



Phyt. 533 sc

Prantl

13, III, 80

LEHRBUCH
DER
B O T A N I K

FÜR
MITTLERE UND HÖHERE LEHRANSTALTEN.

VON

DR. K. PRANTL,

PROFESSOR DER BOTANIK AN DER K. B. FORSTLEHRANSTALT
IN ASCHAFFENBURG.

BEARBEITET UNTER ZUGRUNDELEGUNG DES LEHRBUCHS DER BOTANIK VON JUL. SACHS.

MIT 275 FIGUREN IN HOLZSCHNITT.

Dritte, theilweise umgearbeitete Auflage.

LEIPZIG,
VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1879.

Das Recht der Uebersetzung in fremde Sprachen ist vorbehalten.



Vorwort zur ersten Auflage.

Der Gedanke, ein Lehrbuch der Botanik für Mittelschulen zu bearbeiten, welches die wichtigsten Ergebnisse ungefähr in dem Sinne, wie es in dem Lehrbuche von Sachs geschehen ist, darböte, ist von dem Herrn Verleger ausgegangen. Indem ich mich dieser Aufgabe um so lieber unterzog, als mir dabei der Rath und die Beihülfe des Herrn Prof. Sachs nicht fehlte, konnte ich mir nicht verhehlen, dass ein etwaiger blosser Auszug aus dem Werke Sachs' den Anforderungen eines Schulbuches kaum entsprechen würde, dass es vielmehr nöthig werden dürfte, wenigstens in einzelnen Partien wesentliche Aenderungen vorzunehmen. Im Folgenden will ich kurz angeben, inwieweit dies geschehen ist.

Vor Allem schien es gerade für diesen Zweck wünschenswerth, die Physiologie mit der Anatomie und Morphologie in nähere Verbindung zu bringen. Konnte in diesem Theile, den wir als die allgemeine Botanik zusammenzufassen pflegen, eine enge Anlehnung an das Lehrbuch von Sachs stattfinden, so schien es dagegen gerathen, in der speciellen Botanik umfassendere Aenderungen vorzunehmen, da die Kenntniss der einzelnen Pflanzenformen gerade für den Schüler eine Hauptsache ist, während diese dagegen im genannten Lehrbuch bereits vorausgesetzt wird. Dieser Behandlung entsprechend, war mir hier auch mehr Gelegenheit geboten, nach Inhalt und Darstellung selbstständiger vorzugehen.

Im System der Phanerogamen bin ich zwar vorzugsweise den im Sachs'schen Lehrbuche gegebenen Andeutungen gefolgt, glaubte jedoch die dort am Schlusse aufgeführten zweifelhaften Familien der Dicotyledonen unter die anderen, wenn auch bisweilen etwas gewaltsam, einreihen zu müssen, da viele derselben durch ihre zahlreiche Vertretung und Anwendung sicher nur ungern in einer zusammenhängenden Aufzählung der wichtigsten Pflanzen vermisst würden.

Indem ich die Gamopetalen an den Schluss der Dicotylen stellte und die Perigynen unter die Tetracyclae mit einbezog, versuchte ich das System in etwas nähere Uebereinstimmung mit den anderen vielfach benützten Systemen (Decandolle, Endlicher) zu bringen und dadurch dem Anfänger, der ja nebenbei noch Floren benutzen muss, die Orientirung zu erleichtern.

Da die Charakteristik der Ordnungen und Familien der Phanerogamen wesentlich auf dem Blüthenbau beruht, so schien es, zumal im Interesse der gebotenen Kürze, zweckmässig, die Blüthen-Formeln nach der von Sachs eingeschlagenen Methode zu erweiterter Geltung zu bringen. Die morphologischen Angaben, welche als Grundlage für die Aufstellung neuer Formeln dienen mussten, habe ich zumeist den bekannten Werken von Payer, Döll, Decaisne und Maout und Endlicher entnommen.

Die Abbildungen wurden zum grössten Theile aus dem Lehrbuche von Sachs herübergenommen; es kamen hiezu noch 48 neue Holzschnitte, welche, zum Theil in schematischen Figuren, das Verständniss erleichtern sollen. Von einer weiter gehenden Vermehrung der Abbildungen in der Systematik der höheren Pflanzen glaubte ich Umgang nehmen zu müssen, da hier die Demonstration des Lehrers an lebendem Material weit bessere Dienste leistet, als die sorgfältigste Abbildung, und zudem kein Ende in der Auswahl abzusehen gewesen wäre.

Würzburg,
botanisches Institut, im Januar 1874.

Der Verfasser.

Vorwort zur zweiten Auflage.

Nachdem schon in dem kurzen Zwischenraume von zwei Jahren eine neue Auflage dieses Büchleins nothwendig geworden war, konnte es sich bei deren Bearbeitung nur in geringerem Grade um die Berücksichtigung neuer Forschungsergebnisse, als vielmehr vorzugsweise um die

Verbesserung der in der ersten Auflage hervortretenden Mängel handeln. War ich auch im Unterschiede von der mir bei der ersten Bearbeitung zu Theil gewordenen freundlichen Unterstützung nunmehr vollkommen auf mich selbst angewiesen, so standen mir dafür die Erfahrungen zur Seite, die mir die ausgedehntere eigene Lehrthätigkeit an die Hand gab.

Die wesentlichste Veränderung musste die in der ersten Bearbeitung zu knapp gehaltene Systematik der Phanerogamen erfahren. Ich versuchte diesmal die wichtigeren Familien ausführlicher zu behandeln und ausser einer sorgfältigeren Angabe der Diagnosen auch noch einiges morphologische Detail anzufügen. Als wesentliche Hilfsmittel dienten mir hiebei Eichler's »Blüthendiagramme«, sowie dessen »Syllabus der Vorlesungen über Phanerogamenkunde«, welch letzterem ich mich auch in der Schreibweise der Blütenformeln anschloss. Den wichtigeren Familien sind zahlreiche Abbildungen beigegeben, welche deren hervorragendste Eigenthümlichkeiten zu illustriren geeignet sein dürften. Im Allgemeinen habe ich die Anordnung der Dicotyledonen in der bisherigen Weise belassen; doch konnte ich nicht umhin, einigen Familien und Ordnungen einen geeigneteren Platz anzuweisen, so z. B. die Thymelaeinen zu den Monochlamydeen, die Juglandeen zu den Terebinthinen zu stellen.

Eine neue Bearbeitung erfuhren die Gefässkryptogamen, indem ich die gröberen morphologischen Verhältnisse gegenüber den entwicklungsgeschichtlichen Details mehr in den Vordergrund treten lassen musste. In der Systematik der Thallophyten konnte ich mich der in der vierten Auflage von Sachs' Lehrbuch vorgeschlagenen Vereinigung von Algen und Pilzen aus verschiedenen Gründen nicht anschliessen, versuchte jedoch eine verbesserte systematische Uebersicht der beiden Classen.

Von weit geringerem Belange sind die Aenderungen und Zusätze im allgemeinen Theile, welcher fast nur durch zahlreiche Abbildungen im dritten Capitel, der Morphologie, erweitert wurde.

Würzburg, im Juni 1876.

Der Verfasser.

Vorwort zur dritten Auflage.

Die Veränderungen, zu welchen ich mich gelegentlich dieser dritten Auflage veranlasst sah, schienen mir sowohl durch die Erfahrungen geboten, welche ich während der letzten Jahre in selbstständiger Stellung mit dem Unterrichte in der gesammten Botanik betraut, zu sammeln Gelegenheit hatte, als auch durch den Fortschritt der Wissenschaft selbst.

Es schien mir vor Allem wünschenswerth, die Lehre von der äusseren Gliederung, als den dem Anfänger am leichtesten zugänglichen Theil, voranzustellen und hiedurch in der Gesamtanordnung Physiologie und Anatomie unmittelbar aneinanderzureihen. Wenn ich in diesem Theile, sowie auch gelegentlich in der Anatomie und Systematik die einheimischen Holzpflanzen eingehender berücksichtigte, so dürfte diess auch anderen Lesern, die nicht gerade die Pflege des Waldes zu ihrem Berufe erwählt haben, nicht unwillkommen sein, da ja doch Grösse und Massenhaftigkeit des Vorkommens auch abgesehen von dem vielfachen Nutzen den Holzpflanzen ein gesteigertes Interesse zuwenden dürften.

Von neueren Forschungen, welche zu wichtigen Aenderungen Anlass gaben, seien besonders de Bary's Vergleichende Anatomie und Eichler's Blüthendiagramme genannt. Letzterem Werke folgte ich vorzugsweise in der Systematik der Eleutheropetalen, welche hiedurch eine völlige Umarbeitung erfahren musste. Ausserdem suchte ich durchgehends bei den wichtigeren Familien sowohl der Kryptogamen (hier besonders bei den Pilzen), als der Phanerogamen die Detailangaben zweckentsprechend zu erweitern.

Die Anzahl der Holzschnitte hat auch diesmal eine freilich nur geringe Vermehrung erfahren.

Dass der Titel in »Lehrbuch der Botanik für mittlere und höhere Lehranstalten« abgeändert wurde, glaube ich damit rechtfertigen zu können, dass das Buch erfahrungsgemäss vielfach an Hochschulen Eingang gefunden hat.

Aschaffenburg, im November 1878.

Der Verfasser.

Inhaltsübersicht.

Seite

Erster Theil.

Die äussere Gestalt der Pflanzen (Morphologie).	4
--	---

Zweiter Theil.

Die innere Structur der Pflanzen (Anatomie).

Erstes Kapitel. Die Zelle	23
Zweites Kapitel. Die Gewebe	36

Dritter Theil.

Die Lebensvorgänge in der Pflanze (Physiologie).

Erstes Kapitel. Chemische Vorgänge	62
Zweites Kapitel. Die Bewegungen des Wassers und der Gase in der Pflanze.	71
Drittes Kapitel. Das Wachsthum	75
Viertes Kapitel. Die Reizbewegungen ausgewachsener Organe	82
Fünftes Kapitel. Allgemeine Lebensbedingungen der Pflanze	84
Sechstes Kapitel. Die Fortpflanzung und der Generationswechsel	88

Vierter Theil.

Systematische Uebersicht des Pflanzenreichs.

Einleitung	90
Erste Gruppe. Die Thallophyten	93
Classe I. Die Algen (Algae)	94
- II. Die Pilze (Fungi)	102
Zweite Gruppe. Die Muscineen	122
Classe III. Hepaticae, Lebermoose	126
- IV. Musci, Laubmoose	129

	Seite
Dritte Gruppe. Die Gefässkryptogamen	432
Classe V. Filicinae	435
- VI. Equisetinae	444
- VII. Lycopodinae	443
Vierte Gruppe. Die Phanerogamen	445
Abtheilung A. Classe VIII. Gymnospermae	450
- B. Angiospermae	457
Classe IX. Monocotyledones	483
I. Reihe. Helobiae	486
II. - Micranthae	489
III. - Corolliflorae	496
- X. Dicotyledones	204
I. Unterclasse. Juliflorae	209
II. - Monochlamydeae	217
III. - Eleutheropetalae	219
IV. - Gamopetalae	256
Register	276

Erster Theil.

Die äussere Gestalt der Pflanzen (Morphologie).

§ 1. **Glieder des Pflanzenkörpers.** Der Pflanzenkörper baut sich aus verschiedenen Theilen auf, welche im gewöhnlichen Sprachgebrauch als Stengel, Blätter, Wurzeln, Knospen, Blüthen, Früchte u. s. w. unterschieden werden. Die wissenschaftliche Betrachtung dieser Theile kann einen doppelten Weg gehen: wir untersuchen entweder ihre Verrichtung, ihre Function im Leben des ganzen Pflanzenkörpers, und von diesem Gesichtspuncte aus erscheinen sie als Werkzeuge für diese Verrichtungen, als Organe, und sind als solche Gegenstand der Physiologie. Lassen wir aber die Function ganz ausser Acht und berücksichtigen nur ihre gegenseitigen Stellungsverhältnisse, den Ort und die Art ihrer Entstehung, die Art ihres Wachstums, ihre Grössenverhältnisse, so erscheinen sie als blosse Theile der Form und können als Glieder bezeichnet werden. Bei dieser, der morphologischen Betrachtungsweise, der wir uns zunächst zuwenden, zeigt es sich, dass alle Organe unter vier allgemeine Begriffe zu bringen sind, nemlich Stamm, Blatt, Wurzel und Haargebilde; der Körper der niederen Pflanzen, auf welchen sich diese Begriffe nicht anwenden lassen, wie z. B. der Meerestange, Pilze, wird als Thallus bezeichnet.

Mit Ausnahme des Stämmchens der Keimpflanze entstehen alle Glieder seitlich an anderen, und zwar theils an gleichartigen, theils an ungleichartigen. So erzeugt z. B. eine Wurzel wiederum seitliche Wurzeln, welche unter sich und mit der erzeugenden gleichartig sind; andererseits erzeugt z. B. ein Stengel (Stamm) ausser den ihm gleichartigen Zweigen auch Blätter, Wurzeln. Jedes Glied hängt an seinem organisch unteren Ende, der Basis, mit dem Gliede zusammen, an welchem es entstanden ist; das diesem entgegengesetzte ist das organisch obere Ende, die Spitze oder der Scheitel. Diejenigen Glieder, welche vorzugsweise seitliche Glieder erzeugen, die Stämme und Wurzeln, wachsen dabei an ihrer Spitze weiter und normal entstehen die Seitenglieder an der Spitze des Hauptgliedes derart, dass das jüngste der unter sich gleichartigen Glieder der Spitze des Hauptgliedes am nächsten liegt; so entsteht z. B. die jüngste Seiten-

wurzel der Spitze der Mutterwurzel näher, als alle anderen Seitenwurzeln; ebenso ist jedesmal das jüngste Blatt dasjenige, welches der Spitze des erzeugenden Stammes am nächsten steht; daher erhält man bei normal erzeugten Gliedern die zeitliche Reihenfolge unmittelbar aus der räumlichen Anordnung, d. h. zählt man die Blätter von der Basis des erzeugenden Stammes gegen dessen Spitze hin fortschreitend, so gibt die räumliche Reihenfolge zugleich die Entstehungsfolge der Blätter an. Alle seitlichen Glieder, welche in dieser Weise geordnet entstehen, bezeichnet man als in *acropetaler* Reihenfolge entstanden. Wenn aber nun auf einer Querzone des erzeugenden Gliedes nicht ein, sondern zwei oder mehr gleichartige seitliche Gebilde entstehen, so nennt man dies einen *Quirl*, z. B. von Nebenwurzeln an einer Hauptwurzel, von Blättern an einem Stengel (wie bei der Einbeere *Paris quadrifolia*); die auf der gleichen Höhe stehenden Glieder eines Quirls können unter sich gleichzeitig oder nacheinander entstanden sein; im ersteren Falle heisst der Quirl *simultan*, im letzteren *succedan*; die Nachweisung der *acropetalen* Anordnung sowohl der Quirle, als ihrer einzelnen Glieder wird in solchen Fällen schwieriger. Als *adventive* Bildungen bezeichnet man alle diejenigen, welche nicht an der fortwachsenden Spitze, sondern an älteren Theilen anderer Glieder auftreten, somit auch nicht *acropetal*, sondern *regellos* angeordnet sind, z. B. die Seitenwurzeln, welche an älteren Wurzeln auftreten, manche Zweige an älteren Stämmen.

Die Bildung seitlicher Glieder kann ferner entweder *exogen* stattfinden, d. h. aus den äusseren Gewebeschichten des erzeugenden Gliedes, wie die Blätter an einem Stamm (s. Fig. 4), oder aber *endogen*, d. h. im Innern des erzeugenden Gliedes mit Durchbrechung der äusseren Schichten desselben; so kommen die Wurzeln aus andern Wurzeln (s. Fig. 20) oder aus Stämmen hervor.

§ 2. **Stamm und Blatt im Allgemeinen.** Die beiden Begriffe Stamm und Blatt sind so eng miteinander verbunden, dass einer ohne den anderen nicht gedacht werden kann, wie sich aus folgenden Definitionen ergibt:

Jeder Pflanzentheil, welcher an seinem fortwachsenden Ende Blätter erzeugt, wird *Stamm* oder *Axe* genannt; als *Spross* bezeichnen wir ein Stammgebilde sammt seinen Blättern.

Die Blätter werden charakterisirt durch das Zusammentreffen folgender Merkmale: sie entstehen 1) immer in *acropetaler* Reihenfolge (folglich niemals *adventiv*); 2) immer *exogen* und nehmen 3) immer eine andere Form an, als der sie erzeugende Stamm und dessen Seitenzweige.

Die Blätter entstehen an der Stammspitze allermeist dicht gedrängt (Fig. 4); die zwischen den einzelnen Blättern liegenden Stammstücke können nun entweder kurz bleiben (wie z. B. in den Blattrosetten des Wegetritts, der Hauswurz, in den Blätterbüscheln der Lärche, in den meisten Blüthen), oder eine bedeutende Streckung erfahren, so dass die Blätter auseinandergerückt werden; in letzterem Falle heissen die gestreckten Partien *Internodien* oder *Stengelglieder*. Die Grenze zwischen denselben ist bisweilen in hervorragender Weise ausgebildet

und heisst Knoten, besonders bei quirlig gestellten (z. B. Labiaten) und stengelumfassenden Blättern. Derjenige Theil der Stengeloberfläche, aus welchem das Blatt entspringt, heisst die Insertion des Blattes und deren organischer Mittelpunkt kann als Insertionspunkt bezeichnet werden. Nach dem Abfallen des Blattes bleibt die Insertionsfläche längere Zeit als Blattnarbe sichtbar.

Das fortwachsende Ende jedes Sprosses, soweit die Internodien noch nicht gestreckt sind und die Blätter sich gewöhnlich über das Stammende zusammenneigen, wird als Knospe (gemma) bezeichnet. End- oder Terminalknospen heissen solche, welche das Ende eines in seinen unteren Partien bereits gestreckten Sprosses bilden; Seitenknospen sind die Jugendzustände der seitlich am fortwachsenden Sprossende auftretenden Zweige, welche oft lange im Knospenzustande verharren. Die Seitenknospen

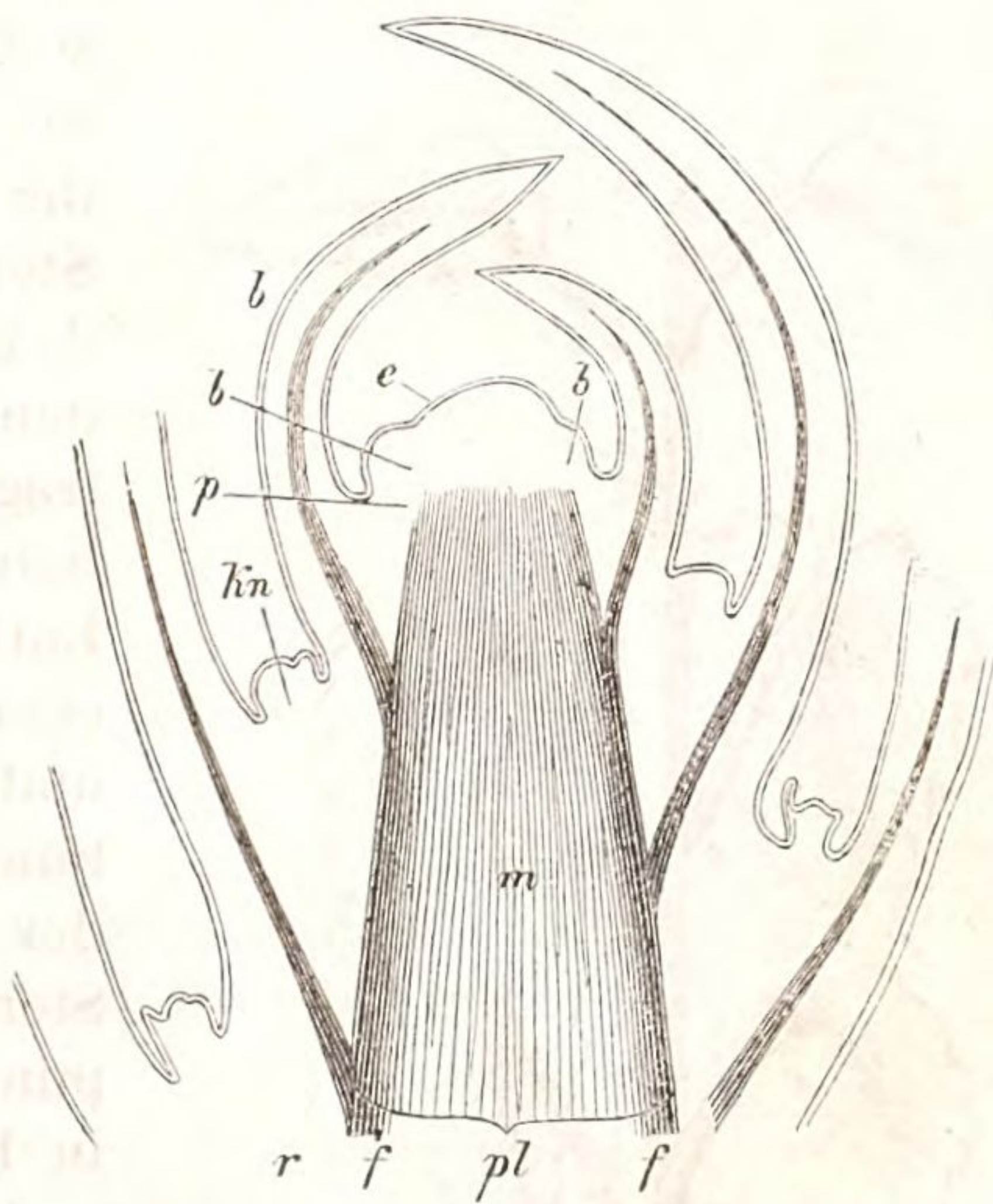


Fig. 1. Schematischer Längsschnitt durch eine wachsende Stengelspitze, *b* die Blätter, *kn* deren Achselknospen.

und folglich auch die entwickelten Zweige zeigen in ihrer Stellung bei allen Pflanzen eine innige Beziehung zu den Blättern; sie stehen z. B. bei den Moosen und manchen Farnen unmittelbar hinter oder neben einem Blatt, bei den höheren Pflanzen allgemein in der Blattachsel, d. h. im Winkel zwischen einem Blatt, dem Stütz- oder Tragblatt und dem nächstoberen Internodium; sie entstehen hier schon mit der Anlage des Blattes (Fig. 1, *kn*), und zwar mit wenigen Ausnahmen (in den Blüthen, an den Stämmen und Zweigen vieler Nadelhölzer) in der Achsel jedes Blattes.

§ 3. Die Blattstellung. Mit der acropetalen Entstehung der Blätter hängt aufs Engste ihre gesetzmässige Vertheilung am Stamme zusammen. Da, wie wir oben gesehen haben, die Seitenzweige in ihrer Anordnung von den Blättern abhängen, gelten hiefür die nemlichen Gesetze, welche übrigens für alle acropetal entstehenden Glieder massgebend sind und nur hier an den Blättern, wo sie am hervorragendsten in die Erscheinung treten, dargestellt werden sollen.

Die Blätter stehen entweder in Quirlen, d. h. zu zweien oder mehreren auf der gleichen Querzone des Stammes oder vereinzelt (auch zerstreute Stellung genannt). Durch Verkürzung der Internodien können ursprünglich vereinzelt gestellte Blätter oder deren Achselsprosse auf die gleiche Höhe des Stengels zu stehen kommen und einen Scheinquirl bilden (z. B. die obersten Blätter am Stengel der Feuerlilie, die sog. Quirläste am Stamm der Nadelhölzer).

Mannigfaltiger als diese Vertheilung nach der Höhe des Stengels ist die Anordnung der Blätter am Umfange des Stengels, welche besonders augenfällig bei quirlig gestellten Blättern hervortritt und deshalb hier an

diesen zuerst erläutert werden soll. Besteht ein Quirl z. B. aus zwei Blättern, so erscheint es selbstverständlich, dass die beiden Blätter des Quirls einander am Stengelumfange gerade gegenüberstehen, d. h. ihre Entfernung (welche natürlich an den Insertionspunkten gemessen wird) beträgt die Hälfte des Stengelumfangs. Ebenso beträgt in einem dreizähligen Quirl die Entfernung je zweier unmittelbar nebeneinanderstehender Blätter $\frac{1}{3}$ des Stengelumfangs u. s. w. Diese seitliche Entfernung zweier unmittelbar nebeneinander stehender Blätter am Umfang des Stengels, gemessen an den Insertionspunkten, wird Divergenz genannt, und in Bruchtheilen des Stengelumfangs ausgedrückt.

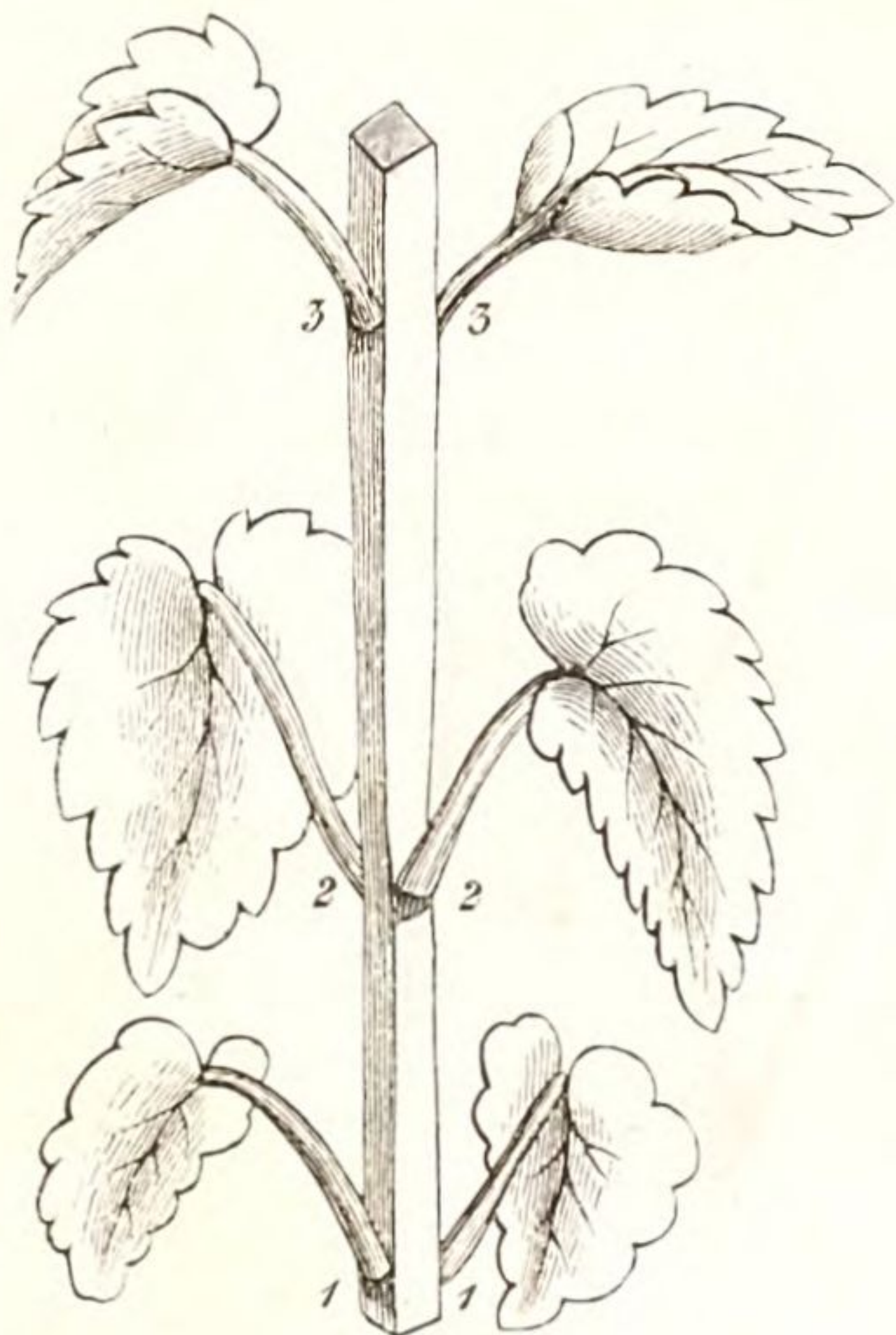


Fig. 2. Stengel von *Lamium* mit zweigliedrigen Blattquirlen; 1 1, 2 2, 3 3 die aufeinanderfolgenden Quirle.

eines Quirls in der Mitte liegen zwischen je zwei Blättern des folgenden oder des vorhergehenden Quirls. Es fallen somit die Blätter je des zweiten Quirls gerade übereinander (Fig. 2).

Diese Anordnung, sowie überhaupt alle Stellungsverhältnisse, lassen sich sehr übersichtlich in sogen. Diagrammen (z. B. Fig. 3, 4) darstellen, d. h. in schematischen Grundrissen des konisch gedachten Stammes, in welchen jede höher gelegene Blattinsertion auf einen weiter innen befindlichen concentrischen Kreis eingetragen wird.

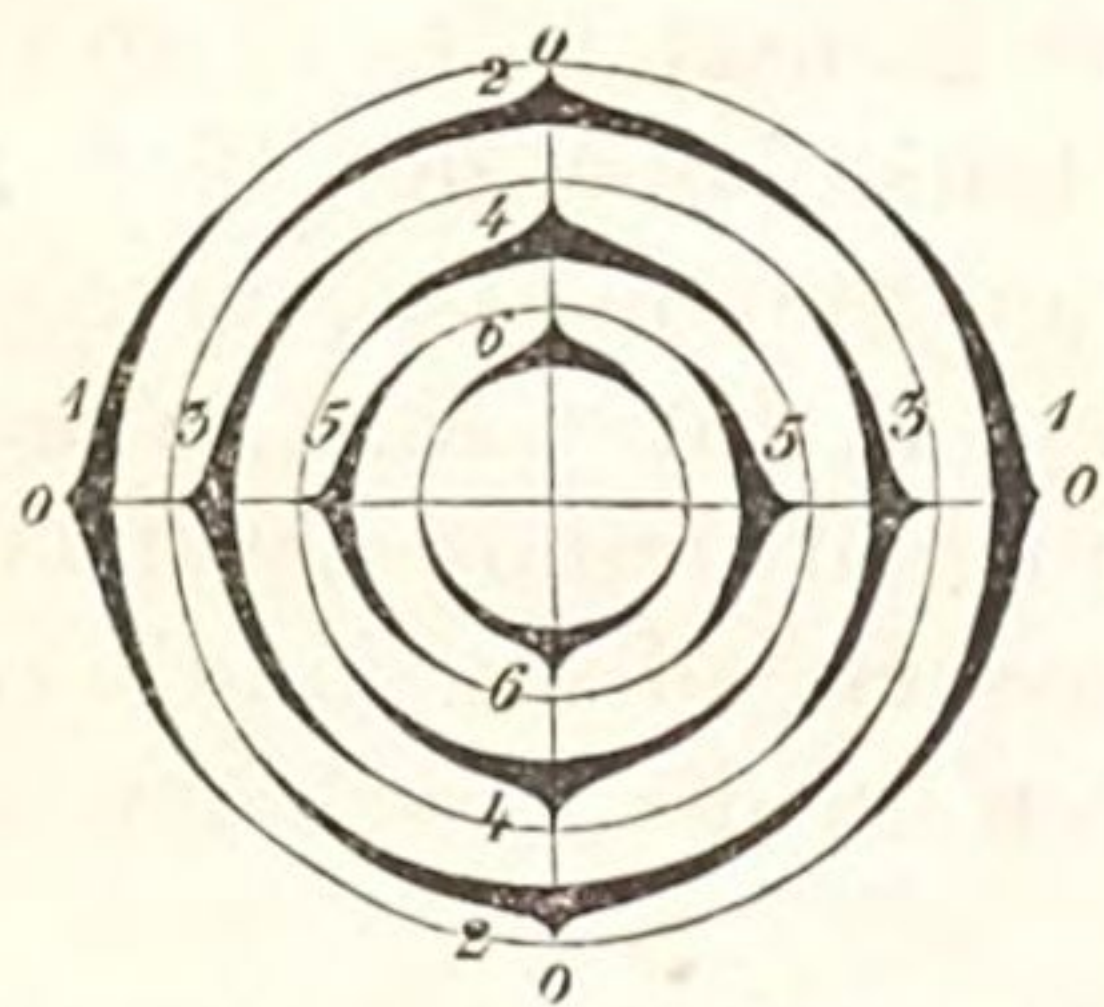


Fig. 3. Diagramm eines Stengels mit alternirenden zweigliedrigen Blattquirlen, 0 0 0 0 die vier Orthostichen, 1 1, 2 2, 3 3 u. s. f. die aufeinanderfolgenden Quirle.

Wie aus dem Diagramm Fig. 3 ersichtlich, stehen die Blätter bei alternirend quirliger Stellung in doppelt soviel geraden Längsreihen am Stengel, als der einzelne Quirl Blätter enthält, natürlich vorausgesetzt, dass alle Quirle gleichzählig sind. Diese geraden Längsreihen, welche in dem Diagramme als radiale Linien erscheinen, werden Orthostichen genannt.

Der hier dargestellte Fall zweizähliger alternirender Quirle kommt sehr häufig vor und wird als gekreuzte oder decussirte Blattstel-

lung bezeichnet. Die beiden Blätter eines zweigliedrigen Quirls heissen einander opponirt.

Verhältnissmässig selten kommt es vor, dass aufeinanderfolgende gleichzählige Quirle einander superponirt sind, d. h. dass ihre Blätter gerade übereinanderfallen, dass somit nur soviel Orthostichen existiren, als ein Quirl Blätter enthält.

Beispiele für decussirte Blattstellung: sämtliche Nelkengewächse, Labiaten, Caprifoliaceen, wohin z. B. *Syringa*, *Lonicera*, *Sambucus* gehören, die Ahorne, die Rosskastanien, Eschen; bei *Rhamnus cathartica* sind die beiden Blätter des Quirls meist etwas auseinandergeschoben.

Dreizählige alternirende Quirle finden sich (abgesehen von den Blüthen) beim gemeinen Wachholder, bei *Catalpa*, sowie gelegentlich an einzelnen Zweigen von Ahorn und Rosskastanien.

Bei zerstreuter Blattstellung überzeugt man sich leicht, dass gewöhnlich wenigstens innerhalb einer gewissen Region des Stengels die Divergenz constant ist, d. h. dass jedes Blatt von seinem unmittelbar vorhergehenden oder folgenden um die gleiche Divergenz entfernt ist. Gehen wir vom einfachsten Falle, der Divergenz $\frac{1}{2}$ aus (Fig. 4, A) und bezeichnen irgend ein beliebiges Blatt als 0, so steht das der Entstehung

nach nächste Blatt, das zunächst oben am Stengel folgt und als 1 bezeichnet sei, dem Blatt 0 am Stengelumfang gerade gegenüber, ebenso Blatt 2 um $\frac{1}{2}$ des Stengelumfangs entfernt, gegenüber von Blatt 1, d. h. gerade über Blatt 0. Es sind also 2 Orthostichen vorhanden. Schreiten wir von Blatt 0 zu Blatt 1, 2, 3, u. s. w. immer in derselben Richtung fort, so um-

laufen wir dabei den Stengel in einer Spirale, welche nach je einem Umgang wieder dieselbe Orthostiche trifft und innerhalb eines ganzen Umganges zwei Blätter berührt. Diese Spirale trifft sämtliche Blätter und heisst, da sie die Blätter ihrer Entstehungsfolge nach miteinander verbindet, die genetische oder Grundspirale. Die Zahl der Blätter, welche die genetische Spirale in sich aufnimmt, bis sie wieder zu derselben Orthostiche kommt, wird ein *Cyclus* genannt.

Ist die Divergenz $\frac{1}{3}$, so fällt Blatt 3 gerade über Blatt 0, Blatt 4 über 1, 5 über 2 u. s. w.; es sind 3 Orthostichen vorhanden, der *Cyclus* umfasst 3 Blätter. Doch kann man hier ebensogut sagen, die Divergenz betrage $\frac{2}{3}$, da Blatt 1 von Blatt 0, nach der anderen Richtung um $\frac{2}{3}$ des Stengelumfangs entfernt ist; führt man in dieser Richtung fortfahrend die Spirale um den Stengel, so umläuft sie in einem *Cyclus* 2 mal den ganzen Umfang. Man pflegt der Einfachheit halber nicht diesem langen Wege, sondern, wie oben geschehen, dem kurzen Wege der

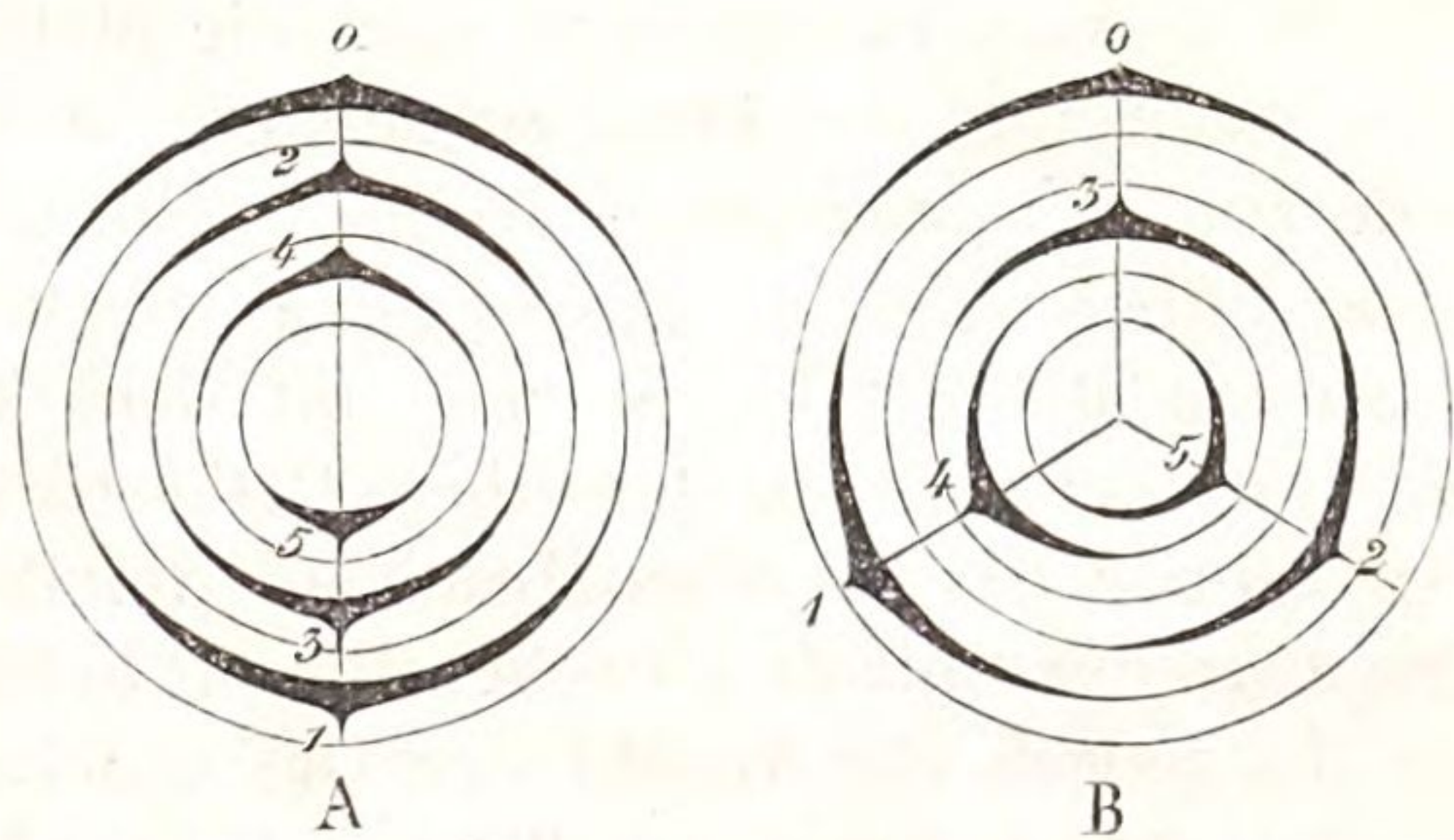


Fig. 4. A Diagramm eines Stengels mit Divergenz $\frac{1}{2}$, B eines Stengels mit Divergenz $\frac{1}{3}$.

Spirale zu folgen. Wenn der Zähler des Divergenzbruches nicht 1, sondern eine andere (rationale) Zahl ist, so umläuft immer die Spirale inner-

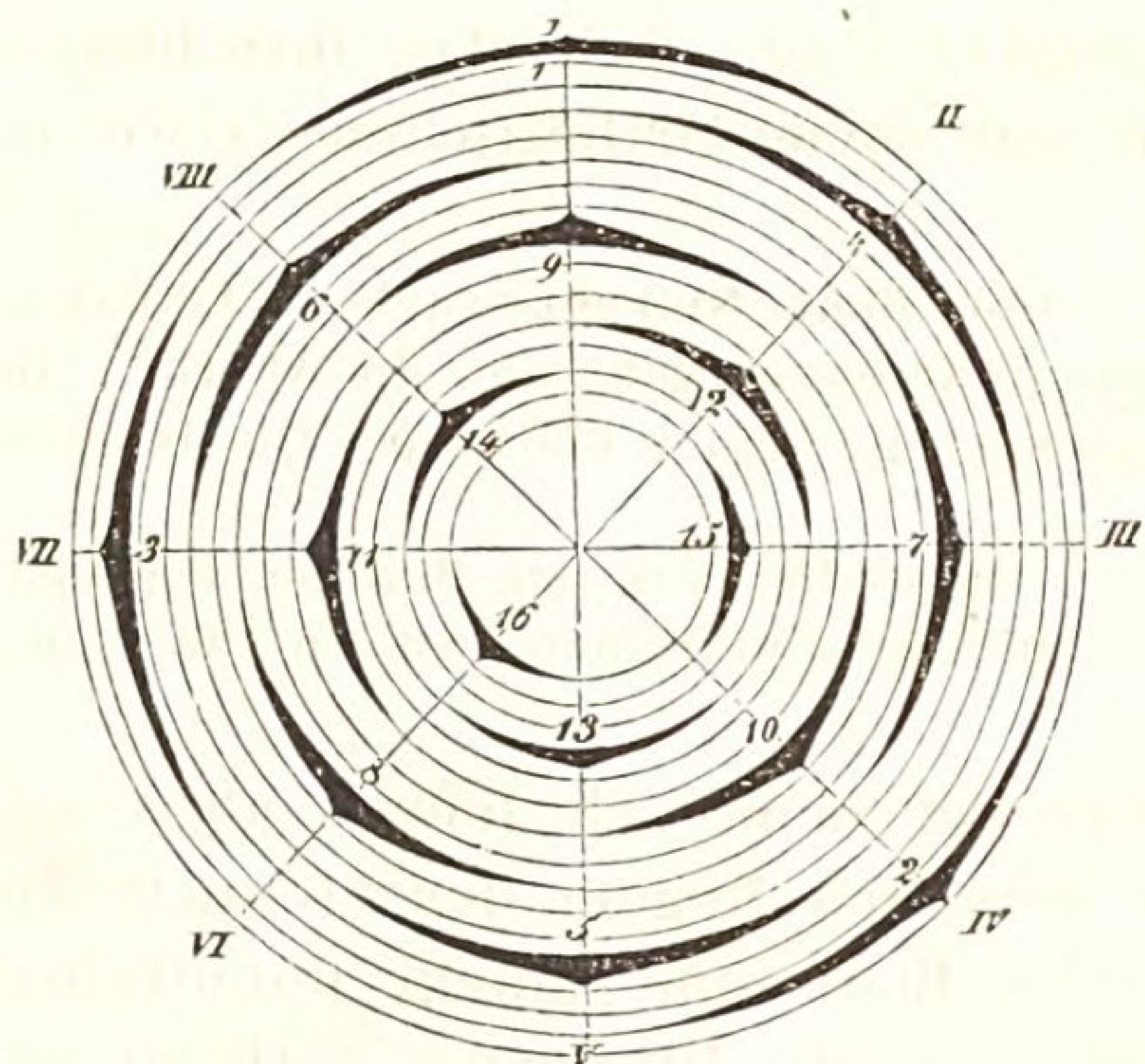


Fig. 5. Diagramm eines Stengels mit constanter $\frac{3}{8}$ Divergenz. I, II, III u. s. f. die Orthostichen (nach Sachs).

halb eines Cyclus den Stengel öfter als einmal, und zwar so oft, als der Zähler des Divergenzbruches angibt; der Nenner des Divergenzbruches gibt, wie wir schon oben sahen, die Zahl der Orthostichen an. In den Figuren 5 und 6, welche die Stellung nach constanter Divergenz $\frac{3}{8}$ darstellt, überzeugt man sich leicht, dass 8 Orthostichen vorhanden sind, dass Blatt 9 über 1, 10 über 2 u. s. w. fällt, ferner dass die Spirale erst auf jeder dritten Orthostiche wieder ein Blatt trifft und innerhalb des Cyclus dreimal den Stengel umläuft.

Will man an einem Stengel die Blattstellung bestimmen, so braucht man somit nur das Blatt zu suchen, das gerade über demjenigen, das man zum Ausgangspunkt wählt, steht und dessen Nummer zu bestimmen, indem man das Ausgangsblatt als 0 bezeichnet und die dazwischenliegenden Blätter der Spirale auf dem kurzen Wege folgend numeriert. Die Nummer des in derselben Orthostiche liegenden Blattes gibt sofort den Nenner des Divergenzbruches; der Zähler wird durch die Anzahl der Umgänge der Spirale zwischen diesen beiden Blättern angegeben.

Ist jedoch die Anzahl der Orthostichen noch grösser als 8, so wird es, besonders wenn die Blätter dichtgedrängt stehen (z. B. in Rosetten der Hauswurz, in den Köpfen der Sonnenblume, die Schuppen der Tannenzapfen) sehr schwer, die Orthostichen überhaupt zu erkennen. Es treten alsdann für das Auge andere, schräge Zeilen, die Parastichen hervor, welche spiralig um den Stengel laufen, aber nur je einen Theil der Blätter enthalten, z. B. in Fig. 6 eine Linie, welche die Blätter 3, 6, 9, 12 u. s. w. enthält. Es ist einleuchtend, dass so viele einander parallele Parastichen vorhanden sein müssen, als die Differenz der Nummern der Blätter innerhalb einer Parastiche angibt, bei genanntem Beispiele noch eine mit den Blättern: 2, 5, 8, 11 u. s. w.; und eine mit 1, 4, 7, 10 u. s. w. Daraus ergibt sich eine einfache Methode, um in complicirten Fällen die Aufeinanderfolge der Blätter zu bestimmen, diese zu beziffern: Man zählt die nach einer Richtung verlaufenden einander parallelen Parastichen ab und beziffert in einer derselben die Blätter nach obiger Regel; wiederholt man dasselbe mit einem anderen das erste schneidende Parastichensystem, so ist für jedes Blatt die Ziffer bekannt.

Die am häufigsten vorkommenden Divergenzen sind folgende:

$$\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{2}{5}, \frac{3}{8}, \frac{5}{13}, \frac{8}{21}, \frac{13}{34} \dots$$

Diese Reihe ist dem Gedächtniss leicht einzuprägen, denn, wie man sieht ist der Zähler jedes Bruches die Summe aus den beiden vorhergehenden, und ebenso der Nenner. Es gibt aber auch Divergenzen, welche nicht in dieser Reihe enthalten sind, z. B. $\frac{1}{4}$, $\frac{2}{7}$, $\frac{2}{9}$ u. a. In einigen Fällen ist die Construction einer mit constanter Divergenz fortschreitenden Spirale überhaupt unmöglich, z. B. bei *Salvinia*.

Die Ursachen dieser Gesetzmässigkeit in den Stellungsverhältnissen liegen zum Theil in der Entstehung der Blätter am Stammscheitel, zum Theil aber auch in Verschiebungen, welche dieselben während ihrer Entwicklung erfahren.

Beispiele für die Divergenz $\frac{1}{2}$: sämtliche Gräser, dann die Zweige der Ulmen, Linden, Weissbuche, Rothbuche; hier, besonders bei letzterer, erfahren die Blätter eine Verschiebung, so dass auf der Unterseite der Zweige die Divergenz kleiner, auf der Oberseite grösser als $\frac{1}{2}$ ist.

Die Divergenz $\frac{1}{3}$ kommt vor z. B. bei allen Halbgräsern, dann an den Zweigen der Erle und Aspe.

Die Divergenz $\frac{2}{5}$ kann als die häufigste bezeichnet werden; ausser vielen krautigen Stengeln seien genannt die meisten Zweige der Weiden, Pappeln, der Eiche, der Rosen, der Kirsch- und Apfelbäume u. s. w.

Nach $\frac{3}{8}$ und $\frac{5}{13}$ sind häufig die Nadeln der Fichten und Tannen gestellt.

$\frac{8}{21}$ findet sich gewöhnlich an den Zapfen der Fichten und Tannen.

Schliesslich sei noch bemerkt, dass die genetische Spirale den Stengel bald nach rechts, bald nach links umläuft, sowie dass in der botanischen Terminologie eine Spirale dann rechtsläufig genannt wird, wenn man sich in derselben aufsteigend denkt und die Axe zur Rechten hat, linksläufig umgekehrt.

§ 4. Die Ausbildungsformen des Blattes. Das Blatt ist seiner Gestalt nach zumeist flach ausgebreitet, dünn, und lässt sich gewöhnlich durch eine senkrechte Ebene, die Medianebene, welche man durch die Spitze und den Insertionspunct legt, in zwei einander ähnliche Hälften theilen; meist sind diese Hälften einander gleich, wie Object und Spiegelbild, wie rechte und linke Hand: das Blatt heisst dann symmetrisch. Unsymmetrische Blätter, deren Hälften erhebliche Verschiedenheiten zeigen, finden sich z. B. bei der Ulme, besonders auffällig bei *Begonia*. Gewöhnlich ist auch die untere oder äussere Fläche des Blattes von der oberen oder inneren an Structur, Farbe, Behaarung u. s. w. verschieden. In der Regel liegt die Flächenausbreitung quer zur Medianebene, also auch quer zur Längsaxe des Stengels; doch wird diese ursprüngliche Lage durch spätere Drehungen häufig verändert; bei decussirter Blattstellung z. B. drehen sich oft die Blätter so, dass ihre oberen Flächen sämtlich in eine Ebene zu liegen kommen, z. B. bei *Philadelphus*; an den horizontalen Zweigen der Weiss-

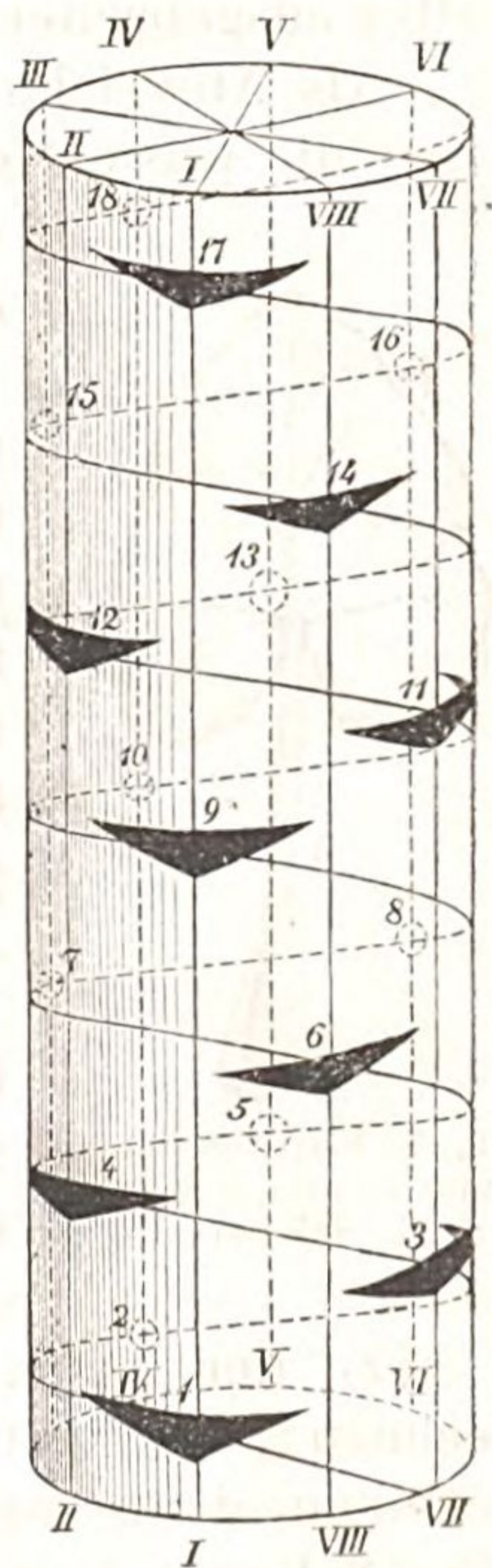


Fig. 6. Schema eines Stengels, dessen Blätter in constanter Divergenz $\frac{3}{8}$ angeordnet sind; die Blätter der vorderen Seite sind durch die Insertionsflächen, die der Rückseite durch Kreise angedeutet; sie sind durch die genetische Spirale verbunden. II, II u. s. w. sind die acht Orthostichen.

tanne drehen sich die rings um den Zweig gestellten Blätter so, dass ihre Oberseiten sämtlich zenithwärts schauen. Nur selten (z. B. Schwertlilie) ist das Blatt schon von Ursprung an in Richtung seiner Medianebene selbst ausgebreitet.

Als Abweichung von der gewöhnlichen flachen Gestalt der Blätter seien die prismatischen Blätter (die sog. Nadeln) der Fichte, die cylindrischen mancher Arten von *Sedum*, *Mesembryanthemum*, die röhrigen von *Allium*, *Juncus* erwähnt. —

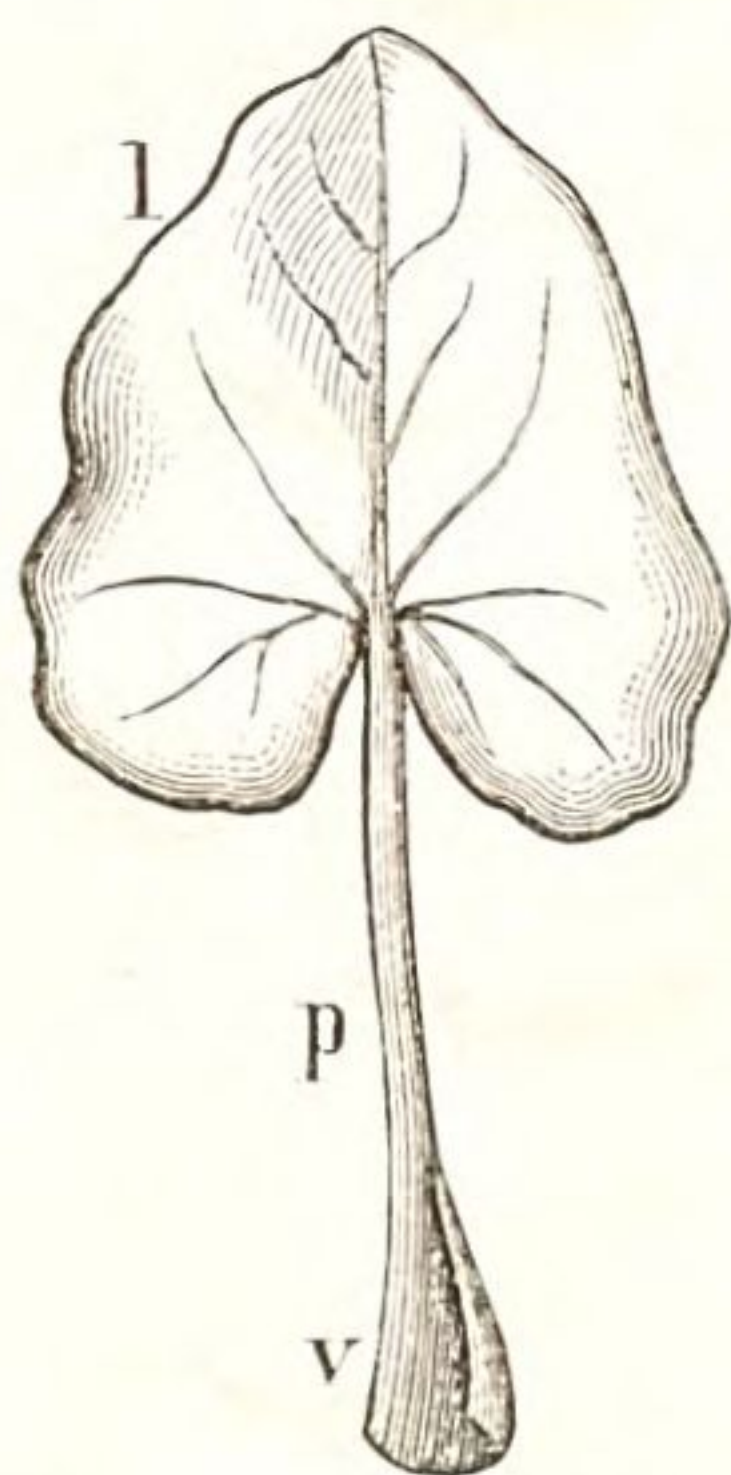


Fig. 7. Blatt von *Ranunculus Ficaria*, *v* Scheide, *p* Stiel, *l* Spreite (nat. Gr.).

Das Blatt ist im Allgemeinen in seiner Längsrichtung in drei Theile gegliedert: Scheide, Stiel und Spreite. Die Scheide (*vagina*) (Fig. 7 *v*) umgibt als röhrenförmige oder scheidenförmige Ausbreitung den Stengel an der Insertion (sehr mächtig z. B. bei Gräsern und Doldengewächsen entwickelt); der Stiel (*petiolus*) (Fig. 7 *p*) ist schmal, meist halbcylindrisch oder prismatisch und trägt an seinem äusseren Ende die flach ausgebreitete Spreite (*lamina*) (Fig. 7 *l*). Diese drei Theile sind aber nicht an jedem Blatte entwickelt; viele Blätter (z. B. Ahorn, Kürbis) besitzen nur Stiel und Spreite, andere (z. B. Gräser) nur Scheide und Spreite; nicht selten ist auch nur die Spreite allein ausgebildet (z. B. Tabak, Feuerlilie).

Zu der Blattscheide sind auch die Nebenblätter (*stipulae*) zu rechnen; sie vertreten bei vielen Pflanzen die Blattscheide und erscheinen dann als je zwei Auszweigungen an der Basis jedes Blattes (Fig. 8 *B* und *C s s*). Oefters sind sie an Consistenz und Farbe den Laubblättern ähnlich, wie bei den Weiden, der Erbse, dem Ackerveilchen, den Rubiaceen, hier verzweigt; bei anderen Pflanzen dagegen sind sie bleich oder braun und fallen bald nach der Entfaltung der Blätter ab (z. B. Buche, Ulme, Linde). Zuweilen kommt ein Nebenblattpaar mit der Scheide zusammen vor und erscheint dann als ein Paar Zähne an deren Spitze, so z. B. an den Blättern der Rose.

Nur bei wenigen Pflanzen findet sich eine Ligula, auch Blattohäutchen genannt, ein kleiner Auswuchs an der vorderen Fläche der Blätter z. B. bei den Gräsern an der Grenze zwischen Scheide und Spreite (Fig. 8 *A, i*), ferner an manchen Blütenblättern (*Lychnis*, *Narcissus*). —

Die meisten Blätter lassen schon für das blosse Auge eine Verschiedenheit ihrer inneren Structur erkennen: man sieht in der meist grüngefärbten Grundmasse, dem *Mesophyll*, strangförmige helle Streifen, die sog. Nerven verlaufen, welche auch gewöhnlich auf der Unterfläche etwas vorragen und bei der Verwesung längere Zeit widerstehen, als Skelet des Blattes erhalten bleiben. Deren Verlauf, die Nervatur, ist für grosse Pflanzengruppen charakteristisch; in den schmalen parallelnervigen Blättern der meisten Monocotyledonen z. B. verzweigen sie sich gar nicht oder seltener und laufen parallel neben einander hin (Fig. 13 *L*); bei vielen Dicotyledonen dagegen treten nur wenige

Nerven in das Blatt ein, welche sich dann darin mannigfaltig verzweigen und anastomosiren (netzadrigte Blätter). Je nach der Verzweigung

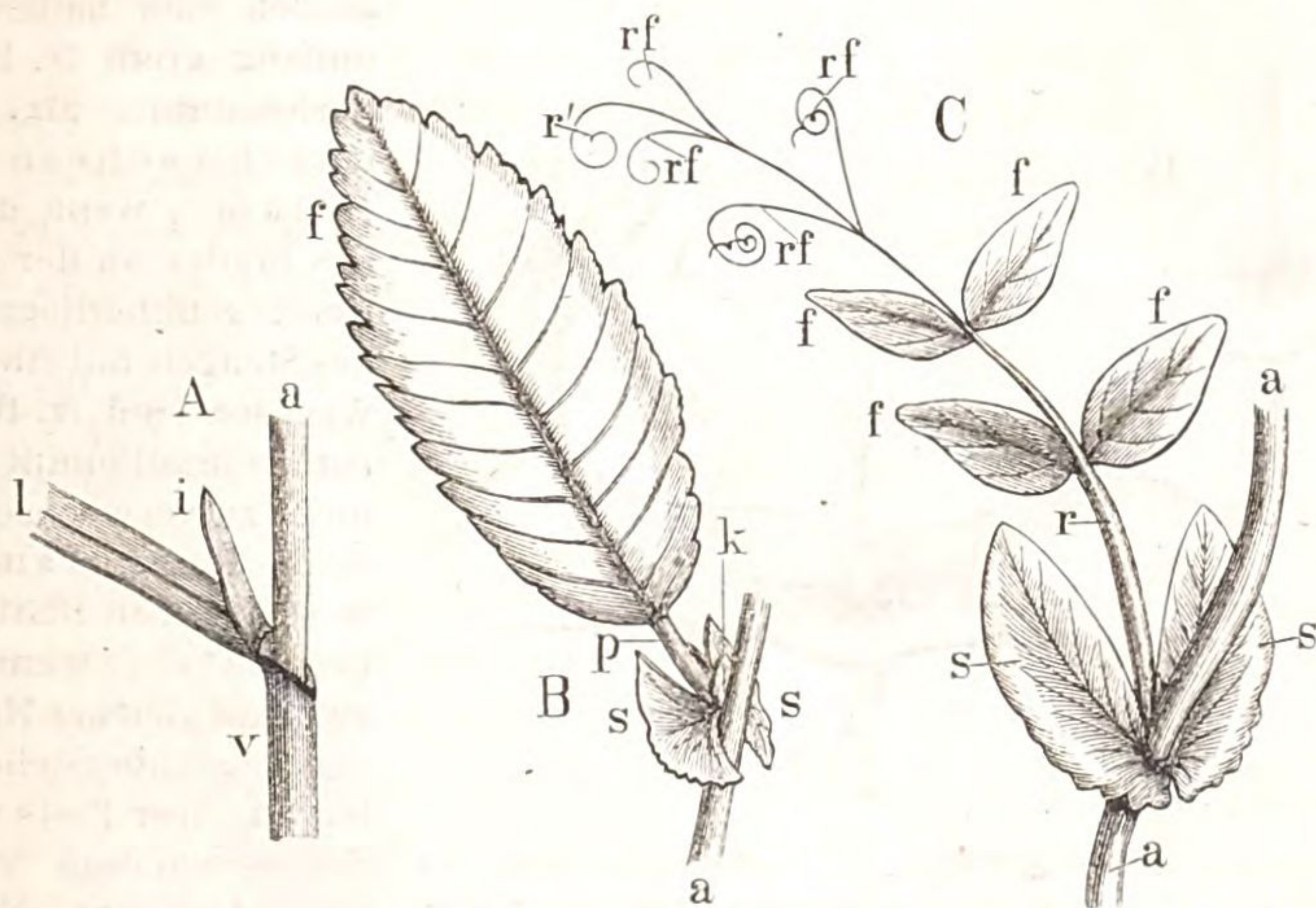


Fig. 8. A Stück eines Grasblattes (von *Poa trivialis*) mit Ligula *i*; *a* der Halm, *v* die zusammengerollte Scheide, *l* die Spreite des Blattes (nat. Gr.). B Blatt einer Weide, *Salix Caprea*, *a* Zweig, *ss* die Nebenblätter, *p* der Blattstiel, *f* die Spreite, *k* Achselknospe (nat. Gr.). C Blatt der Erbse *Pisum arvense*, *a* der Stengel, *ss* die Nebenblätter, *r* die Spindel, *ff* die Blättchen, *rf*, *rf* die oberen in Ranken umgewandelten Blättchen, *r'* das rankenförmige Ende der Spindel ($\frac{1}{3}$ der nat. Gr.).

ist die Nervatur dann entweder fiederförmig (*folia pinnatinervia*) (Fig. 9 A) d. h. es ist ein durch die Mitte des Blattes verlaufender Mittelnerv vorhanden, welcher zahlreiche, wie der Bart einer Feder abstehende Seitennerven abgibt (z. B. Buche, Tabak, Ulme); oder sie ist handförmig (*fol. palmatinervia*) (Fig. 9 B) d. h. der Nerv theilt sich schon am Grunde der Spreite in eine Anzahl etwa gleich starke divergirende Nerven, welche sich selbst wieder verschieden verzweigen können (z. B. Ahorn, Epheu). —

In der beschreibenden Botanik ist eine grosse Anzahl von Ausdrücken eingeführt, um die Insertion, den Gesamtumriss, die Spitze, den Rand, die Theilung des Blattes zu charakterisiren. Es seien im Folgenden nur die wichtigsten angeführt:

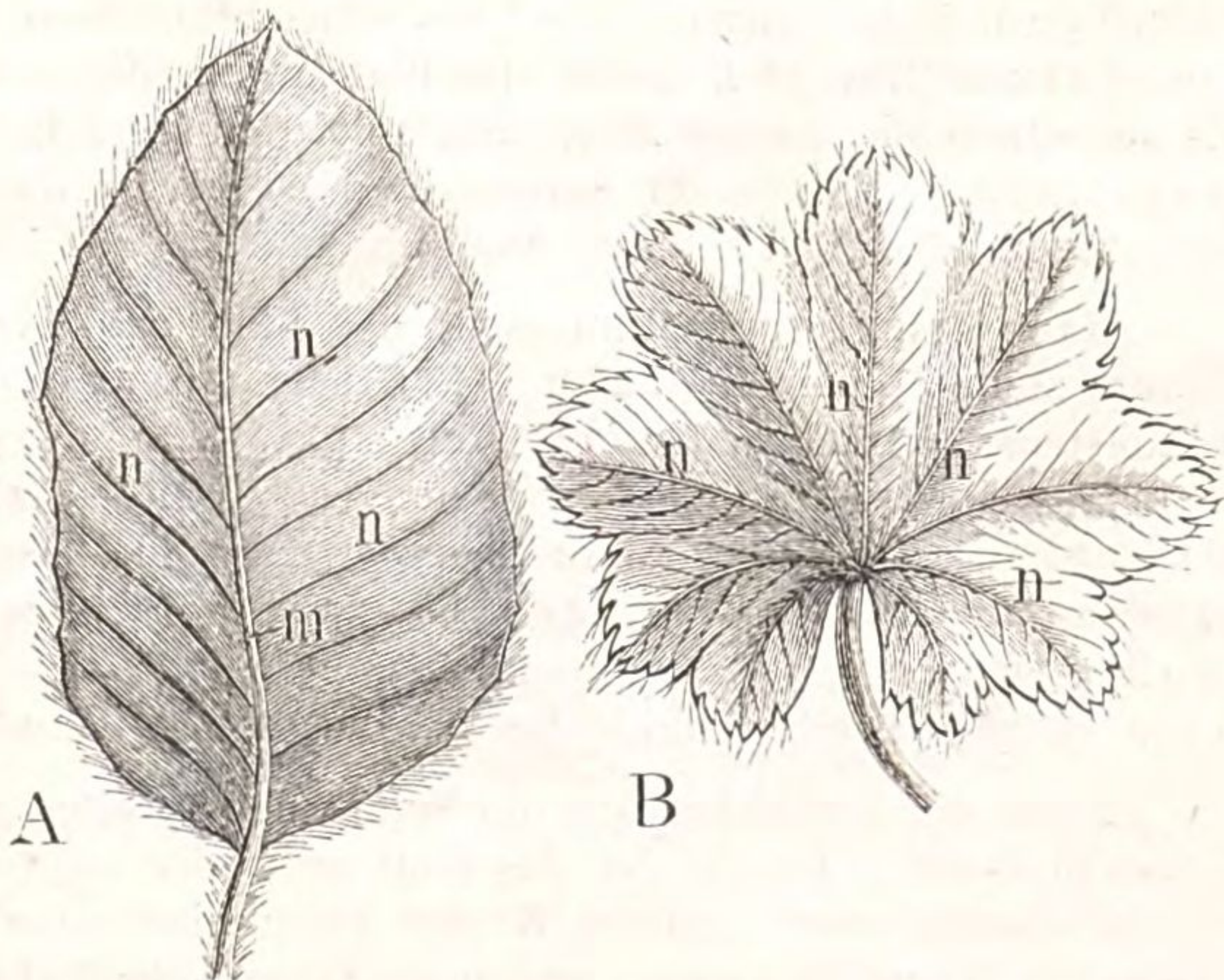


Fig. 9. A Fiederförmige Nervatur des Blattes der Buche *Fagus silvatica*, *m* Mittelnerv, *nn* Seitennerven. B handförmige Nervatur des Blattes von *Alchemilla vulgaris* (nat. Gr.).

Entspringt die Spreite ohne Stiel unmittelbar am Stengel, so heisst das Blatt sitzend (*folium sessile*); stengelumfassend (*amplexicaule*) oder halbstengelumfassend (*semiaamplexicaule*), wenn es an der Insertion um den ganzen oder halben Stengelumfang greift (z. B. *Thlaspi perfoliatum* Fig. 10 A); durchwachsen (*perfoliatum*), wenn die Ränder des Blattes an der der Insertion gegenüberliegenden Seite des Stengels mit einander verwachsen sind (z. B. *Bupleurum rotundifolium* Fig. 10 B); nicht zu verwechseln hiermit sind die zusammengewachsenen Blätter (*folia connata*), wenn nämlich zwei auf gleicher Höhe einander gegenüberstehende Blätter an ihrer Basis mit einander verwachsen (z. B. Geisblatt *Lonicera Caprifolium* Fig. 10 C). Beim herablaufenden Blatt (f. *decurrens*) ziehen sich von der Insertion noch blattartige Flügel am Stengel hinab, der dann geflügelt (*caulis alatus*) heisst (z. B. bei manchen Arten der Wollblume *Verbascum*); ähnlich kann auch der Blattstiel durch die herablaufende Spreite geflügelt sein.

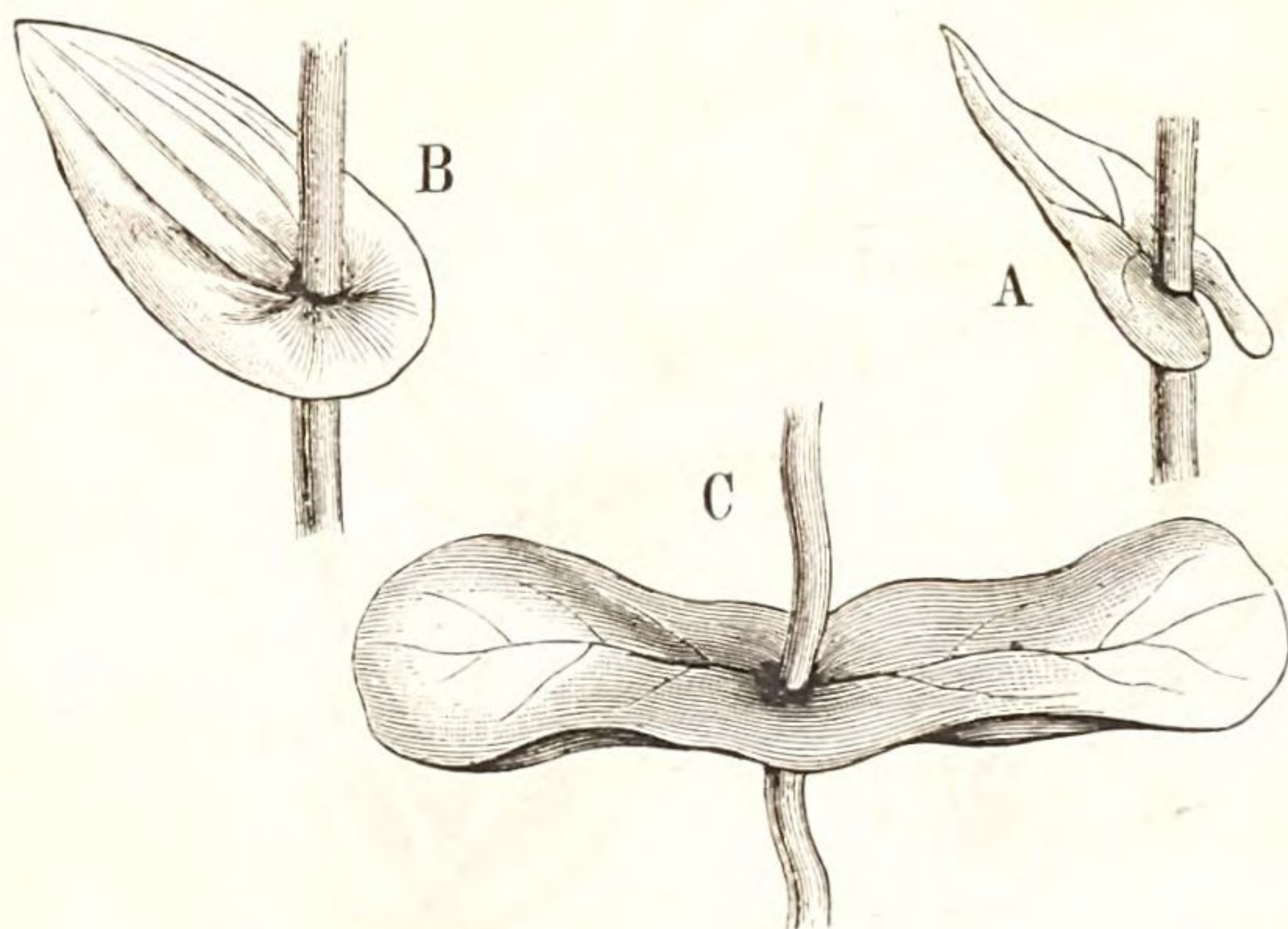


Fig. 10. Insertionen stielloser Blätter. A umfassendes Blatt von *Thlaspi perfoliatum*; B durchwachsenes Blatt von *Bupleurum rotundifolium*; C zusammengewachsene Blätter von *Lonicera Caprifolium*.

Der Stiel ist nur selten an der Unterseite der Spreite eingefügt (z. B. bei der Kapuzinerkresse *Tropaeolum*), dann heisst das Blatt schildförmig (f. *peltatum*); meist ist er dem hinteren Rande der Spreite eingefügt; dabei kann er entweder scharf von der Spreite abgesetzt sein, oder allmähig in dieselbe übergehen (letzteres z. B. beim keilförmigen Blatt (*cuneatum*) des Gänseblümchens *Bellis perennis*). Herzförmig (*cordatum*) (Fig. 13 L) heisst das Blatt, wenn der hintere Rand, sowohl des gestielten als des sitzenden, in der Mitte ausgeschnitten ist (z. B. Flieder *Syringa*); pfeilförmig (*sagittatum*), wenn die Spreite beiderseits von diesem Ausschnitt in spitze Lappen ausgezogen ist (z. B. Pfeilkraut *Sagittaria*).

Nach dem Gesamtumriss ist das Blatt bald linealisch (*lineare*), wenn die Ränder ziemlich parallel laufen (z. B. Gräser); lanzettlich (*lanceolatum*), wenn es mindestens viermal so lang als breit ist (z. B. Spitzwegerich); elliptisch (*ellipticum*), wenn es etwa doppelt so lang als breit ist (z. B. Blättchen des Rosenblattes); eiförmig (*ovatum*), wenn es dabei nahe der Basis am breitesten ist; verkehrt eiförmig (*obovatum*), wenn es nahe der Spitze am breitesten ist; rundlich (*subrotundum*), kreisrund (*orbiculare*); nierenförmig (*reniforme*) wenn es quer breiter und dabei herzförmig ist (Gundelrebe *Glechoma* Fig. 14 E, f).

Nach der Beschaffenheit der Spitze der Spreite, (also des der Anheftung des Stiels entgegengesetzten Endes) ist das Blatt entweder spitz (f. *acutum*), wenn die Seitenränder allmähig unter spitzem Winkel zusammenlaufen (z. B. Spitzwegerich); oder zugespitzt (*acuminatum*), wenn die Spitze scharf abgesetzt ist (Fig. 14 G) (z. B. an den einzelnen Blättchen des Rosskastanienblattes), oder stumpf (*obtusum*) oder ausgerandet (*emarginatum* Fig. 14 D f') d. h. mit einer Ausbuchtung des breiten stumpfen Randes (z. B. die flach nadelförmigen Blätter der Edeltanne); verkehrt herzförmig (*obcordatum*), wenn diese Ausbuchtung tiefer ist (z. B. die Blättchen des Sauerklees *Oxalis*); bisweilen stachelspitzig (*mucronatum*) z. B. die Blättchen der Luzerne *Medicago sativa* Fig. 14 F, f', s.

Der Rand des Blattes ist entweder glatt; dann heisst das Blatt ganzrandig (*integerrimum*) Fig. 13 *L*, z. B. Vergissmeinnicht, Tulpe; oder er besitzt kleine Vorsprünge, so dass das Blatt gezähnt (*dentatum*, die Abschnitte des Blattes in Fig. 14 *C*) ist mit spitzen geraden Vorsprüngen (z. B. *Hieracium murorum*), oder gesägt (*serratum*) mit vorwärts gerichteten Zähnen Fig. 9 *B* (z. B. Rose) oder gekerbt (*crenatum*) mit stumpfen bogigen Vorsprüngen z. B. Veilchen (Fig. 14 *E, f*).

Sind die Einschnitte tiefer, so ist das Blatt nicht mehr ganz (*integrum*), sondern verzweigt, und zwar entsprechend der Nervatur entweder handförmig oder fiederförmig. Je nachdem die Einschnitte mehr oder minder weit bis zum Grunde d. h. bei handförmiger Gestalt bis zum Ende des Blattstiels, bei fiederförmiger bis zur Mittelrippe reichen, heisst das Blatt: gelappt (*lobatum*), wenn die Einschnitte nicht bis zur Mitte (handförmig s. Fig. 9 *B*), gespalten (*fissum*), wenn sie etwa bis zur Mitte (handförmig Fig. 14 *A*), getheilt (*partitum*), wenn sie bis zum Grunde

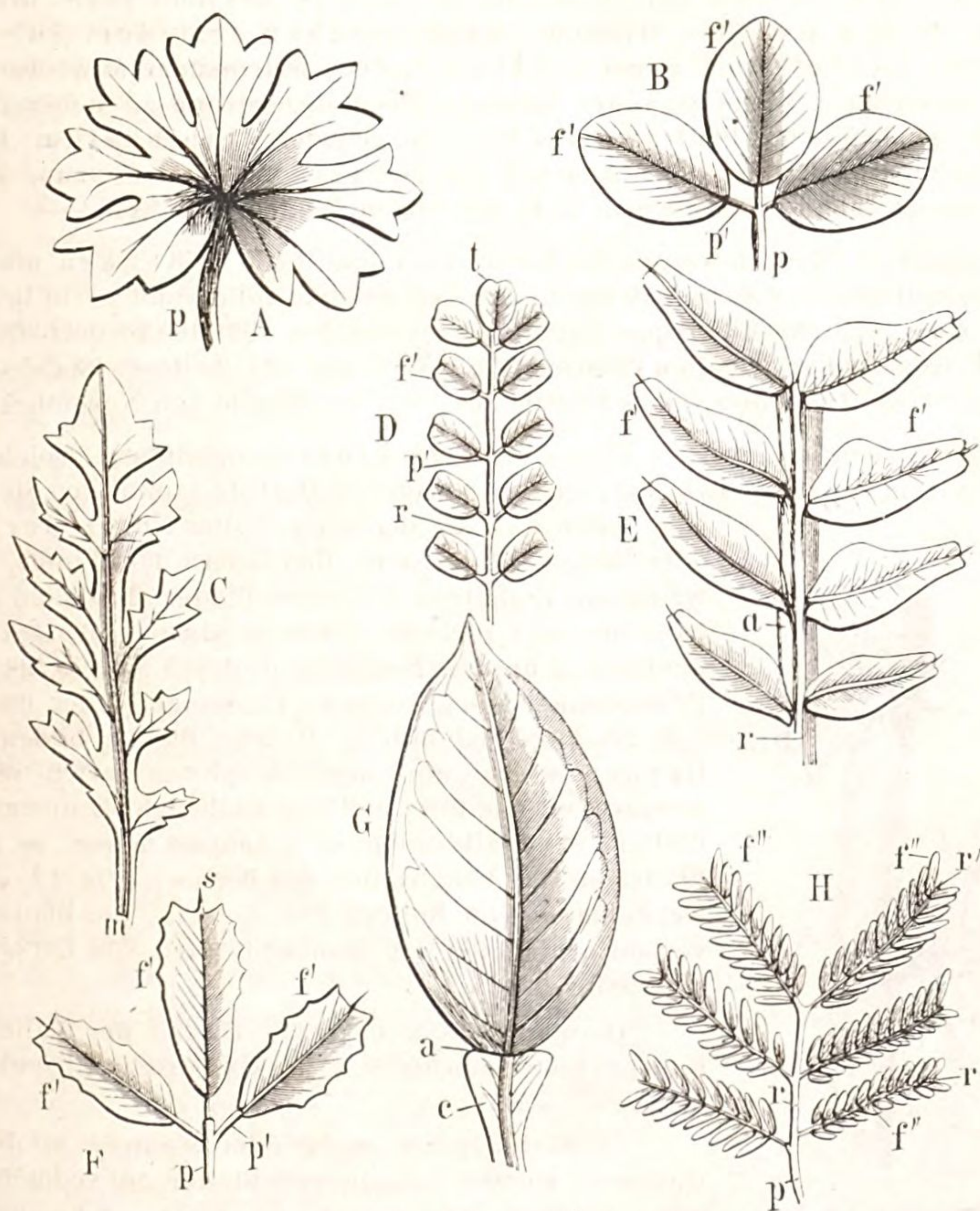


Fig. 11. Verzweigte Blätter. *p* Blattstiel, *p'* Stielchen, *f'* Blättchen, *r* Spindel. *A* handförmig gespaltenes Blatt eines *Geranium*. *B* dreizähliges Blatt des Wiesenklees. *C* fiedertheiliges Blatt des Hirtentäschelkrauts. *D* unpaarig gefiedertes Blatt von *Hippocrepis comosa*, *t* das Endblättchen. *E* paarig gefiedertes Blatt von *Pistacia Lentiscus*, *a* Flügel der Rhachis. *F* dreizählig gefiedertes Blatt von *Medicago* (unterscheidet sich von dem handförmig dreizähligen Fig. *B* dadurch, dass die Stielchen *p'* nicht von einem Punkt entspringen, sondern der gemeinsame Stiel *p* sich noch über die Insertion des einzigen Fiederpaares fortsetzt). *G* Blatt der Orange; die Gliederung *a* zwischen der Spreite und dem geflügelten Blattstiel *c* deutet an, dass die Spreite das Endblättchen eines gefiederten Blattes ist, dessen Seitenblättchen fehlen. *H* doppelt (paarig) gefiedertes Blatt einer *Acacie*, *r'* secundäre Spindeln, *f''* Blättchen.

gehen (fiederförmig Fig. 44 C). Das zusammengesetzte Blatt (*compositum*) kommt dadurch zu Stande, dass durch diese Theilung die Spreite in eine Anzahl einzelner Spreiten zerfällt, welche durch einzelne Stielchen mit einander verbunden sind und Blättchen (*foliola*, Fig. 44 *f'*) genannt werden. Das zusammengesetzte Blatt kann ebenfalls handförmig (*palmatum*) oder fiederförmig (*pinnatum*) zusammengesetzt sein. Im ersteren Falle heisst es dann nach der Anzahl der Blättchen drei-, vier-, fünf-zählig (*ternatum*, Fig. 44 B) u. s. w., z. B. Klee, Lupine, Rosskastanie; bei wiederholter Theilung der einzelnen Blättchen doppeltdreizählig (*biternatum*) u. s. w. Beim fiederförmig zusammengesetzten Blatt, auch kurz gefiedert (*pinnatum*) genannt, stehen die einzelnen Blättchen, die Fiedern (*pinnae*, Fig. 44 D *f'*) an den Seiten einer Mittelrippe oder Spindel (*rhachis*), welche als Verlängerung des Blattstiels erscheint, Fig. 44 D *r*; schliesst diese mit einem Endblättchen ab, so heisst das Blatt unpaarig gefiedert (*imparipinnatum*), Fig. 44 D, *t*; ist aber kein Endblättchen vorhanden, paarig gefiedert (*paripinnatum*), Fig. 44 E. Je nach der Anzahl der Blättchen ist das Blatt zwei-, drei-, vierpaarig (Fig. 44 E) u. s. w. (*bi-*, *trijugum*); unterbrochen gefiedert (*interrupte pinnatum*) heisst es, wenn grosse und kleine Fiedern miteinander abwechseln (z. B. *Potentilla anserina*). Wenn sich die fiederige Zusammensetzung in höheren Graden wiederholt, so heisst das Blatt zweifach u. s. w. gefiedert (*bipinnatum*) Fig. 44 H. Durch Combination der handförmigen mit der fiederigen Zusammensetzung entstehen sehr complicirt gebaute Blattformen z. B. bei vielen Doldengewächsen. —

Bei manchen Pflanzen werden die Blätter oder Blatttheile zu Ranken umgebildet, zu stielartigen Organen, welche sich um andere Gegenstände rollen und so zur Befestigung dienen (s. § 48), z. B. die Mittelrippe mit allen oder nur den obersten Fiederblättchen bei Wicken, Erbsen und verwandten Pflanzen (Fig. 8 C, *r'* und *r f*). Seltener ist die schlauch- oder krugförmige Ausbildung eines Blatttheiles, wie der Spreite von *Nepenthes*.

Die Consistenz der meisten Blätter wird als krautig bezeichnet; solche Blätter haben meist nur einjährige Lebensdauer und sterben im Herbstes sammt den Stengeln ab oder fallen ab; die derberen Blätter von lederartiger oder ähnlicher Consistenz überdauern den Winter, um entweder mit Entfaltung der neuen Blätter abzufallen (z. B. *Ligustrum*) oder mehrere Jahre zu leben (z. B. *Ilex*, *Buxus*, die meisten unserer Nadelhölzer, deren Nadeln bis 12 Jahre (*Weisstanne*) leben können. Fleischige Blätter finden sich z. B. bei *Aloe*, *Sedum* u. a. Manche Blätter bilden sich zu Dornen (*spinae*) um, nemlich spitzen, harten, verholzten Körpern, welche ihrer Stellung nach sich als umgewandelte Blätter, als Blattdornen zu erkennen geben, so z. B. die Blätter an den Langtrieben von *Berberis* (Fig. 12, *a*, *b*), die Nebenblätter von *Robinia Pseudacacia*, die Blattstiele der vorjährigen Blätter bei manchen Arten von *Caragana* und *Astragalus*.

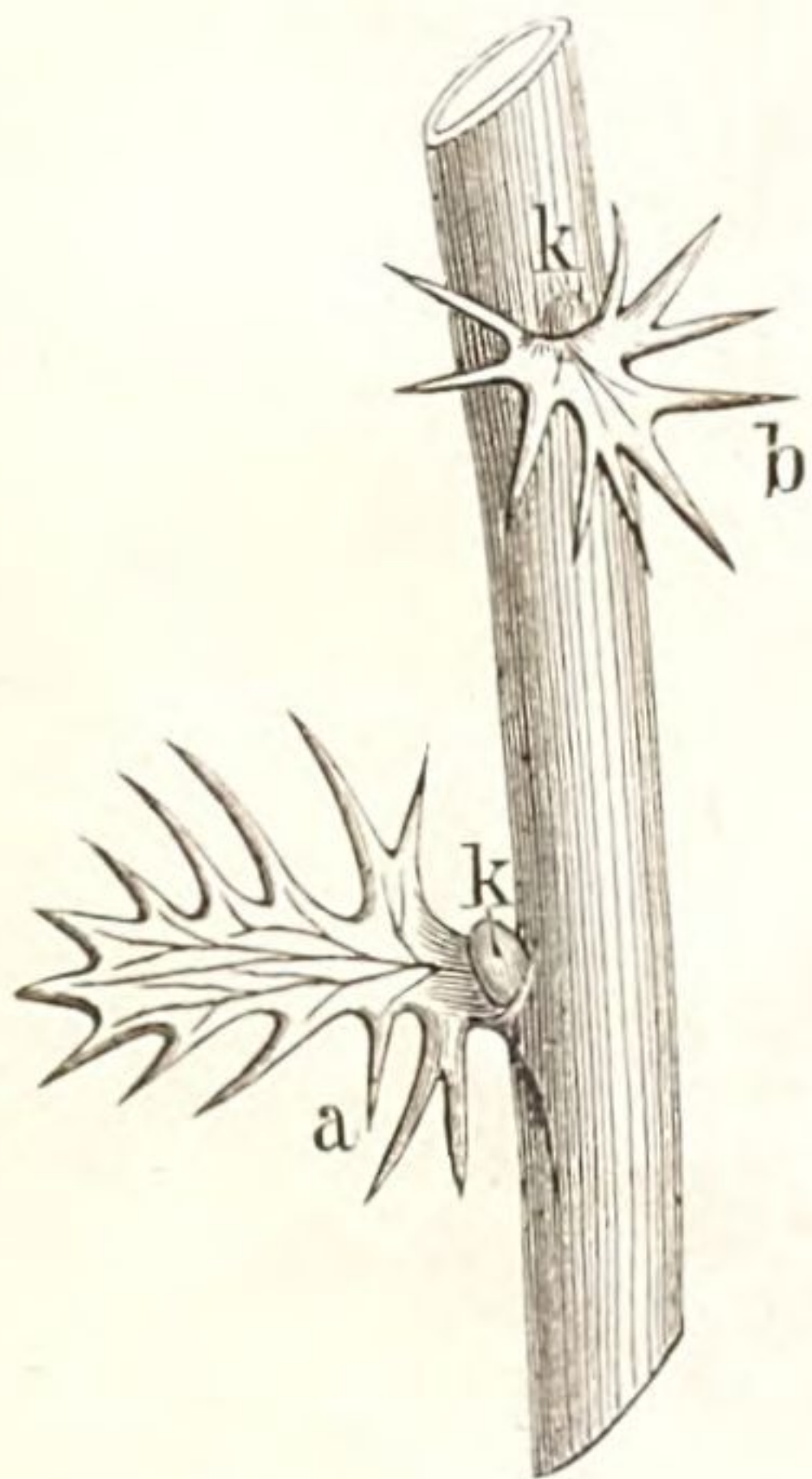


Fig. 12. Blattdornen von *Berberis vulgaris*, an der Basis eines einjährigen Triebes, *a* mit breiter Fläche, *b* mit kleiner Fläche. *kk* Achselknospen (nat. Gr.).

Die gegenseitige Lage und Gestalt der Blätter in der Knospe bietet ebenfalls charakteristische Eigenthümlichkeiten.

Je nachdem sie mehr oder weniger in die Breite wachsen, stossen benachbarte Blätter entweder bloss mit ihren Rändern aneinander (klappige Knospenlage, *praefoliatio valvata*), oder sie greifen mit ihren Rändern über einander (deckende Knospenlage, *pr. imbricativa*). Mit Rücksicht auf die Gestalt des einzelnen Blattes in der Knospe (*vernatio*) unterscheidet man die flache Knospenlage (*v. plana*), die gefaltete (*v. duplicativa*), wenn das Blatt an der Mittelrippe nach vorn zusammengelegt ist (z. B. Bohnen); die mehrfach gefaltete (*v. plicativa*), wenn das Blatt in zahl-

reiche longitudinale oder schräge Falten gelegt ist (z. B. Buche); die zerknitterte (*v. corrugativa*) wenn Falten und Unebenheiten nach allen Richtungen vorkommen (z. B. Blütenblätter des Mohn); die eingerollte (*v. involutiva*), wenn die Seitenränder gegen die Oberseite zu eingerollt sind (z. B. Veilchen); die zurückgerollte (*v. revolutiva*), wenn sie gegen die Unterseite gerollt sind (z. B. Ampfer); die zusammengerollte (*v. convolutiva*), wenn das ganze Blatt in einer Richtung tutenförmig zusammengerollt ist (z. B. Canna), und die schneckenförmig gerollte (*v. circinata*), wenn das Blatt von der Spitze gegen die Basis zu eingerollt ist (z. B. Farnkräuter); die gedrehte Knospenlage (*v. contorta*) endlich beruht darauf, dass alle Blätter nach einer Richtung, einander deckend, gedreht sind (z. B. Blütenblätter des Immergrün).

Bei den reichgegliederten höheren Pflanzen lassen sich verschiedene Blattformationen unterscheiden, indem nemlich bestimmte Regionen des Stengels in gewissen Beziehungen übereinstimmende Blattgebilde erzeugen. Man unterscheidet:

1) die Laubblätter, gewöhnlich auch kurzweg Blätter (*folia*) genannt (Fig. 13 L); sie sind die verbreitetste Formation, zeichnen sich durch ihre vorherrschend grüne Farbe aus und sind ihrer Verrichtung gemäss (s. § 33) auf die Ausbreitung am Sonnenlichte angewiesen. Sind sie klein, so sind sie in grosser Menge vorhanden (z. B. Fichte), je grösser sie sind, desto geringer ist ihre Anzahl (z. B. Sonnenblume, Paulownia). Sie besitzen stets eine entwickelte Spreite, auf welche sich die im Vorstehenden geschilderten Verschiedenheiten der Blattformen vorzugsweise beziehen;

2) die Niederblätter oder Schuppen (*squamae*, *phyllades*) (Fig. 13 N), sind meistens bleich oder bräunlich, immer einfach gebaut, ohne vorspringende Nerven und sind dem Stengel mit breiter Basis eingefügt; sie lassen sich stets auffassen als Scheidentheile von Blättern, deren Stiel und Spreite unentwickelt bleiben, und es gilt diess auch für solche Pflanzen, deren Laubblätter gewöhnlich gar keine Scheiden entwickeln. Sie finden sich regelmässig an unterirdischen Stämmen (z. B. die Zwiebel-

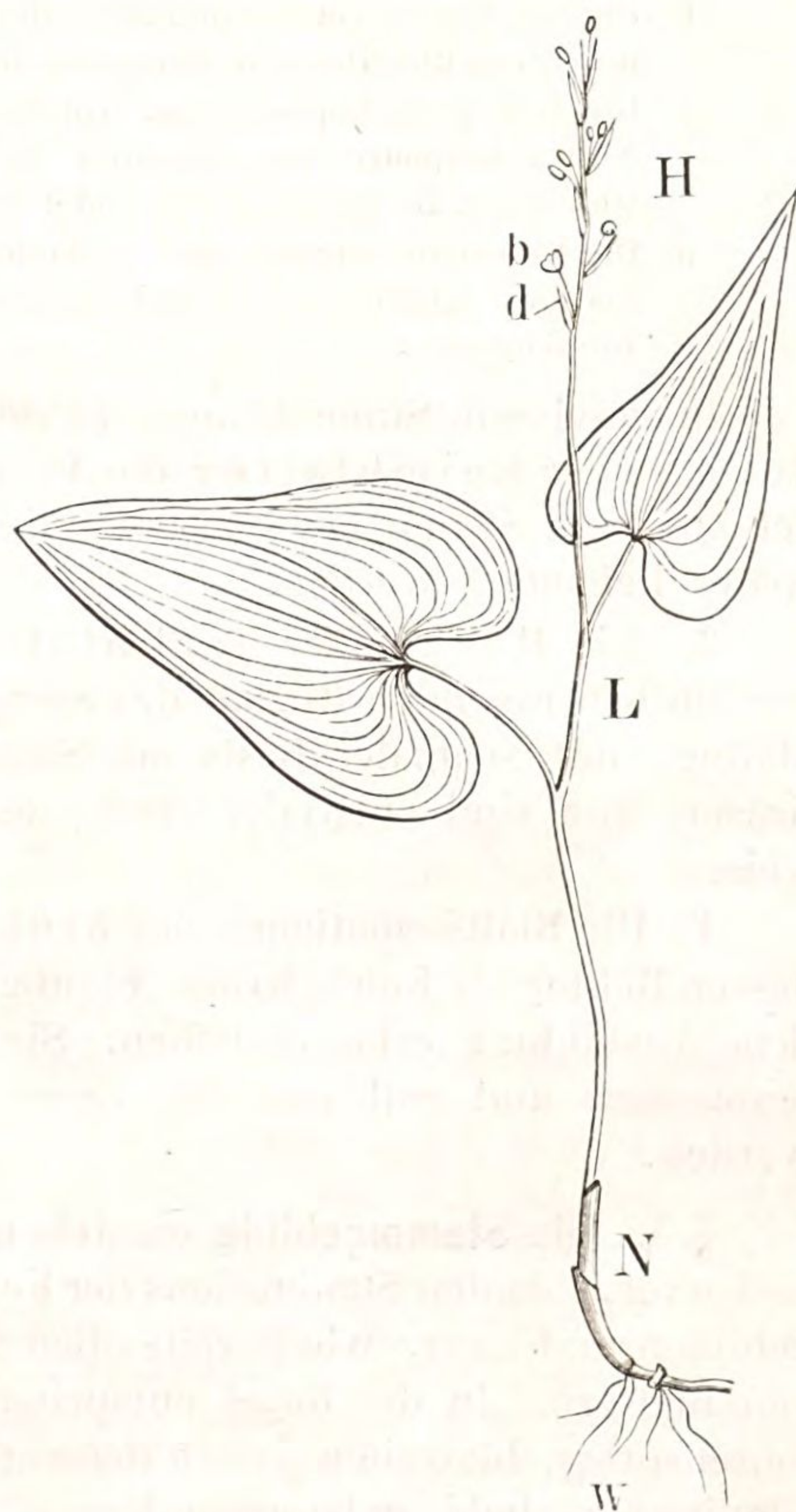


Fig. 13. Die drei Blattformationen am Stengel von *Maianthemum bifolium* (natürl. Gr.). N Niederblattregion, L Laubblattregion, H Hochblattregion, d Deckblätter, b die Blüten in deren Achseln, letztere nach Form und Stellung vereinfacht dargestellt; w Wurzeln.

schalen), aber auch an oberirdischen. Manche nicht grüne Pflanzen (z. B. *Orobanche*, *Neottia*) tragen überhaupt nur Niederblätter ausser den Blüthen- theilen. Ihre weiteste Verbreitung an oberirdischen Stammgebilden besitzen sie in der Form der Knospenschuppen unserer Holzgewächse; es sind das die untersten Blattgebilde jedes Jahrestriebes, welche nach dessen Entfaltung meist abfallen.

Abgesehen von den wenigen einheimischen Holzpflanzen, welche überhaupt keine Knospenschuppen tragen, sondern nackte Knospen besitzen (*Viburnum* *Lantana* und *Rhamnus* *Frangula*), kann man folgende Typen in der Bildung der Knospenschuppen unterscheiden:

- a) eigentliche Knospenschuppen fehlen; die Umhüllung der Knospe wird gebildet von den Nebenblättern des ersten Laubblattes: *Alnus incana*, auch *Liriodendron*.
- b) Die mit Spreite versehenen Nebenblattpaare werden aussen noch von einer oder mehreren ungetheilten Schuppen umgeben: z. B. Pappeln, Weiden, Ulmen.
- c) Die Knospenschuppen sind spreitelose Nebenblattpaare, auf welche innen Nebenblattpaare mit Spreiten folgen; aussen können einfache Schuppen stehen, z. B. Buche, Eiche, oder fehlen: Birke.
- d) Die Knospenschuppen sind einfache Blattscheiden ohne Spreiten; den Laubblättern fehlen sowohl Nebenblätter als Scheide: z. B. *Abietineen*, Ahorn, Rosskastanie.

In gewissem Sinne können zu den Niederblättern auch die *Cotyledonen* oder Keimblätter der Phanerogamen, d. h. die ersten Blätter der aus dem Samen erwachsenden Pflanze gerechnet werden; sie sollen später behandelt werden.

3) Die Hoch- oder Deckblätter (*bracteae*) (Fig. 43 H), gehören der blüthentragenden Region des Stengels an, sind kleiner als die Laubblätter, mit schmaler Basis am Stengel sitzend (z. B. die Spelzen der Gräser) und sind entweder grün oder bunt gefärbt, bisweilen auch rein weiss.

4) Die Blattformationen der Blüthe, welche nichts ist als ein Spross, dessen Blätter als Kelch, Krone, Staubgefässe und Fruchtknoten eigenthümliche Ausbildung erfahren haben. Sie ist eine Eigenthümlichkeit der Phanerogamen und soll erst bei deren Darstellung (IV. Theil) behandelt werden.

§ 3. **Die Stammgebilde** entstehen mit Ausnahme des direct aus dem Ei hervorgehenden Stämmchens der Keimpflanze normal an anderen Stammgebilden und zwar, wie bereits oben S. 3 angegeben, meist in der Achsel von Blättern. In der Regel entspringt in der Achsel je eines Blattes ein Seitenspross, bisweilen jedoch deren mehrere, bald übereinander (z. B. bei *Gleditschia*) bald nebeneinander (z. B. an den Zwiebeln von *Muscari*). Nicht alle im Zustande von Seitenknospen vorhandenen Sprosse brauchen sich auch wirklich zu Zweigen zu entwickeln; so bleiben z. B. die in den Achseln der Knospenschuppen stehenden Knospen stets unentwickelt und werden nur in Folge von Verletzungen, welche die übrigen Knospen entfernen, zur Entfaltung angeregt. Solche Knospen, welche lange Zeit, oft Jahre lang sich nicht entfalten, heissen schlafende Knospen; die

Sprosse, die eventuell später daraus hervorgehen, werden zweckmässig als *Präventivsprosse* bezeichnet.

Adventiv entstehen Sprosse auf älteren Stämmen, auch auf Wurzeln (sehr häufig z. B. bei Pappeln), selbst auf Blättern (z. B. bei *Bryophyllum*, manchen Farnen).

Knospen, welche sich, bevor sie in die Länge wachsen, von der Pflanze abtrennen und selbständig neue Pflanzen erzeugen, heissen *Brutknospen*, so z. B. die zwiebelartigen Knospen in den Blattachsen der Feuerlilie, *Lilium bulbiferum*, in den Blütenständen von *Allium*-Arten u. s. w.

Die Grundform der Stammgebilde ist cylindrisch oder prismatisch; und zwar steht in letzterem Falle die Anzahl der Kanten in Beziehung zu der Blattstellung, wie am deutlichsten die bei decussirter Blattstellung so häufigen vierkantigen Stengel zeigen. Abgesehen von der Trennung der Internodien durch Knoten sind noch die Blattkissen zu erwähnen, nemlich Anschwellungen des Stengels unter der Blatinserction, wie sie z. B. an den Zweigen der Fichte, der Pappeln und Eschen auffallend sichtbar sind.

Die verschiedenen Ausbildungsformen der Stammgebilde werden hervorgerufen durch ihre Lebensdauer, Richtung, die Länge der Internodien, das Verhältniss der Dicke zur Länge, die Form der von ihnen erzeugten Blätter und andere Momente.

Die weichen krautigen Axengebilde von nur einjähriger Lebensdauer werden gewöhnlich als *Stengel* (*caulis*) bezeichnet; als *Stämme* (*trunci*), *Aeste* und *Zweige* (*rami*) vorzugsweise die holzigen, in die Dicke wachsenden, viele Jahre fortlebenden Stammgebilde. Die letzteren bauen sich auf aus einzelnen *Jahrestrieben*, indem während der Vegetationsruhe (in unserem Klima während des Winters) die Spitze des Triebes und die Seitensprosse im Knospenzustande verharren. Die untersten Internodien eines jeden Jahrestriebes bleiben kurz, besonders die zwischen den Knospenschuppen befindlichen; daher lässt sich die Grenze zweier Jahrestriebe auch an älteren Zweigen noch leicht an den dichtgenäherten Narben der Knospenschuppen erkennen. Die übrigen Internodien des Jahrestriebes nehmen gegen dessen Spitze hin an Länge zu, bisweilen in deren nächster Nähe wiederum ab (z. B. Eiche), so dass die Blätter und Seitenknospen um die Endknospen gedrängt stehen. Sind die meisten Internodien, wie soeben geschildert, gestreckt, so wird der Spross als *Langtrieb* bezeichnet. An vielen Bäumen finden sich ausser diesen auch *Kurztriebe*, d. h. solche Jahrestriebe, deren Internodien sich nur ganz wenig oder gar nicht strecken, und welche gewöhnlich keine Seitenzweige erzeugen. Solche Kurztriebe sind z. B. die sog. *Nadelbüschel* der Lärche, welche in den Achseln vorjähriger Blätter eines Langtriebes entstehen, sich jedes Jahr nur ganz wenig verlängern, aber unter Umständen in einen Langtrieb übergehen können. Bei der Kiefer tragen diese Kurztriebe ausser einigen Schuppenblättern nur zwei grüne nadelförmige Blätter und entstehen in der Achsel schuppenförmiger Blätter am Langtrieb des gleichen Jahres. Bei Laubbäumen finden sich Kurztriebe vorzugsweise in höherem Alter oder bei kümmerlichem Wachsthum; zu den auffallendsten gehören die der Apfel-, Birnbäume u. dgl., welche allein im Stande sind Blüten und somit Früchte zu tragen und deshalb als *Tragholz* bezeichnet werden.

Der Stengel der krautartigen Pflanzen ist meistens aufrecht, bisweilen *niederliegend* (*caulis decumbens*), z. B. beim Thymian; treten in letzterem Falle an den Knoten Wurzeln hervor, so heisst er *kriechend* (*c. repens*) Fig. 14 E; *Ausläufer* (*stolones*) sind dünne lange Seitensprosse, welche dicht auf oder unter der

Erde hinwachsen, um sich in einiger Entfernung von der Mutterpflanze zu bewurzeln (z. B. Erdbeere Fig. 14 D). — Windende oder schlingende Stämme (c. volubiles) sind solche, welche mit Laubblättern und Blüthen versehen sich um aufrechte Stützen aufsteigend emporwinden (Fig. 15 B) z. B. Hopfen, Bohne, Winde (Con-

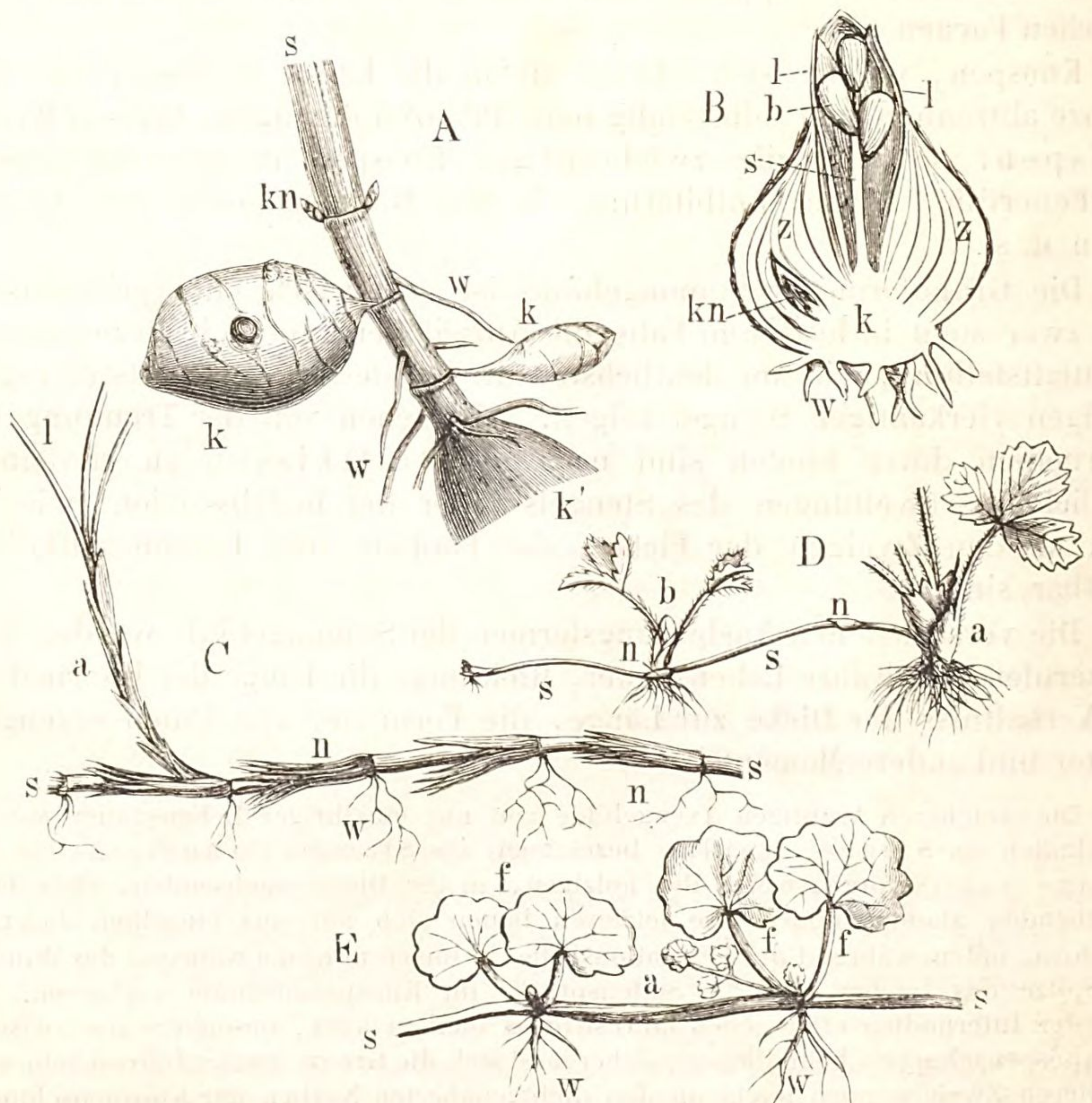


Fig. 14. Verschiedene Stammformen. A Knollen von *Helianthus tuberosus* ($\frac{1}{3}$ der nat. Gr.), s unterer Theil des Stengels, entsprungen aus der vorjährigen Knolle k' ; aus den oberen Blattachseln entspringen die Knospen kn , aus den unteren die Knollen k mit sehr kleinen Schuppenblättern und Seitenknospen. — B Zwiebel der Gartenhyacinthe *Hyacinthus orientalis* (etwas verkleinert); k der Stammtheil (Kuchen) der Zwiebel, z die Schuppenblätter (Zwiebelschalen), s der sich später streckende oberirdische Stengel (Blüthenschaft) mit Blüthenknospen b ; l Laubblätter, w Wurzeln; kn eine Achselknospe die zur Zwiebel des nächsten Jahres wird. — C gestrecktes Rhizom der Sandsegge *Carex arenaria* ($\frac{1}{3}$); n Schuppenblätter des Rhizoms s ; a aufrechter Spross mit Schuppen und Laubblättern (l). — D Ausläufer der Erdbeere *Fragaria* (verkleinert), entspringend an der Pflanze a , mit Niederblättern n , aus deren Achsel der neue Spross b . — E kriechender Stamm der Gundelrebe *Glechoma hederacea* (etwas verkleinert), ff die Blätter, welche decussirt stehen; die Internodien sind gedreht; a Achselspross, w Wurzeln.

volvulus), (s. auch § 48). Zu ähnlichem Zwecke erzeugen andere Pflanzen Ranken (cirrhi), d. h. kürzere nur mit kleinen schuppenförmigen Blättern besetzte fadenförmige Seitenzweige, welche sich um dünne fremde Körper spiralig rollen (Fig. 15, A) z. B. beim ächten und wilden Wein, der Passionsblume u. a.

Manche Axengebilde werden zu Dornen (spinae), indem sie sich in spitze harte Körper umwandeln. Häufig tritt diess am Ende von Zweigen ein, die vorher Blätter erzeugt haben (z. B. Schlehdorn Fig. 16); oder es werden bestimmte Seitenzweige schon von Anfang an zu Dornen, z. B. bei *Gleditschia*, wo sie selbst aus der Achsel schuppenförmiger Blätter wieder dornige Seitenzweige entsenden.

Von den unterirdischen, vorherrschend Niederblätter tragenden Stammgebilden, welche im gewöhnlichen Leben meist als Wurzeln betrachtet werden, sind die bemerkenswerthesten: der Wurzelstock oder das Rhizom (*rhizoma*), welches von der gewöhnlichen Form der Stämme wenig abweichend häufig horizontal unter der Bodenoberfläche fortwächst und jährlich neue krautige Stengel oder auch grüne Blätter über die Erde emportreibt (Fig. 14 C), die Knolle (*tuber*), welche sehr stark in die

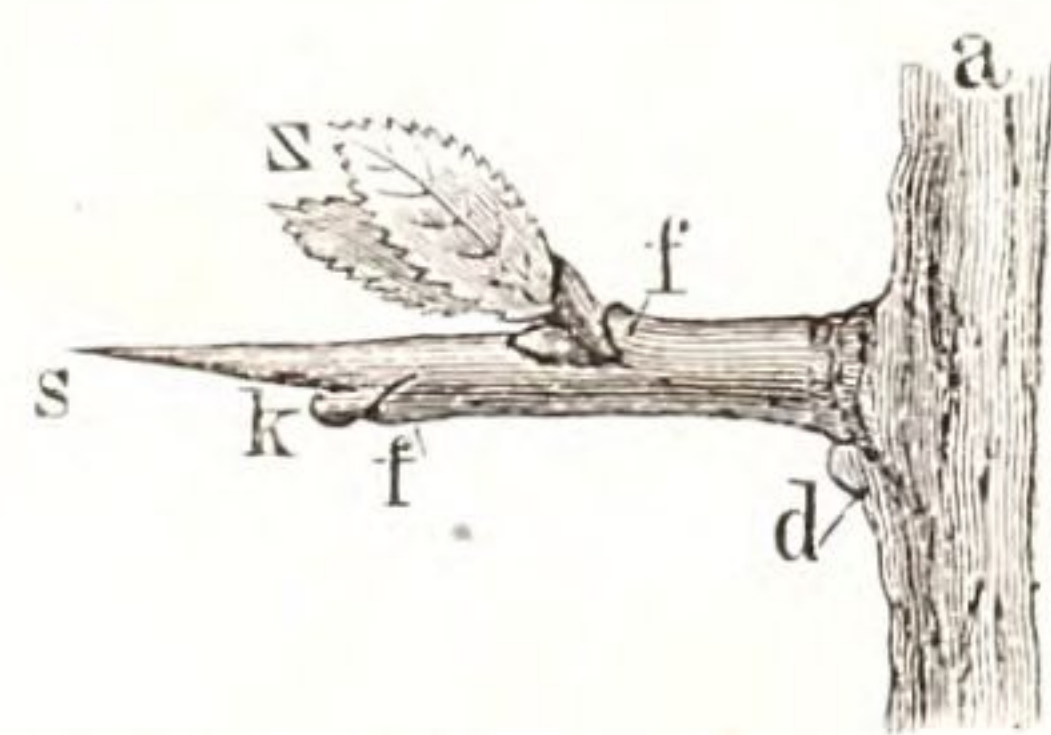
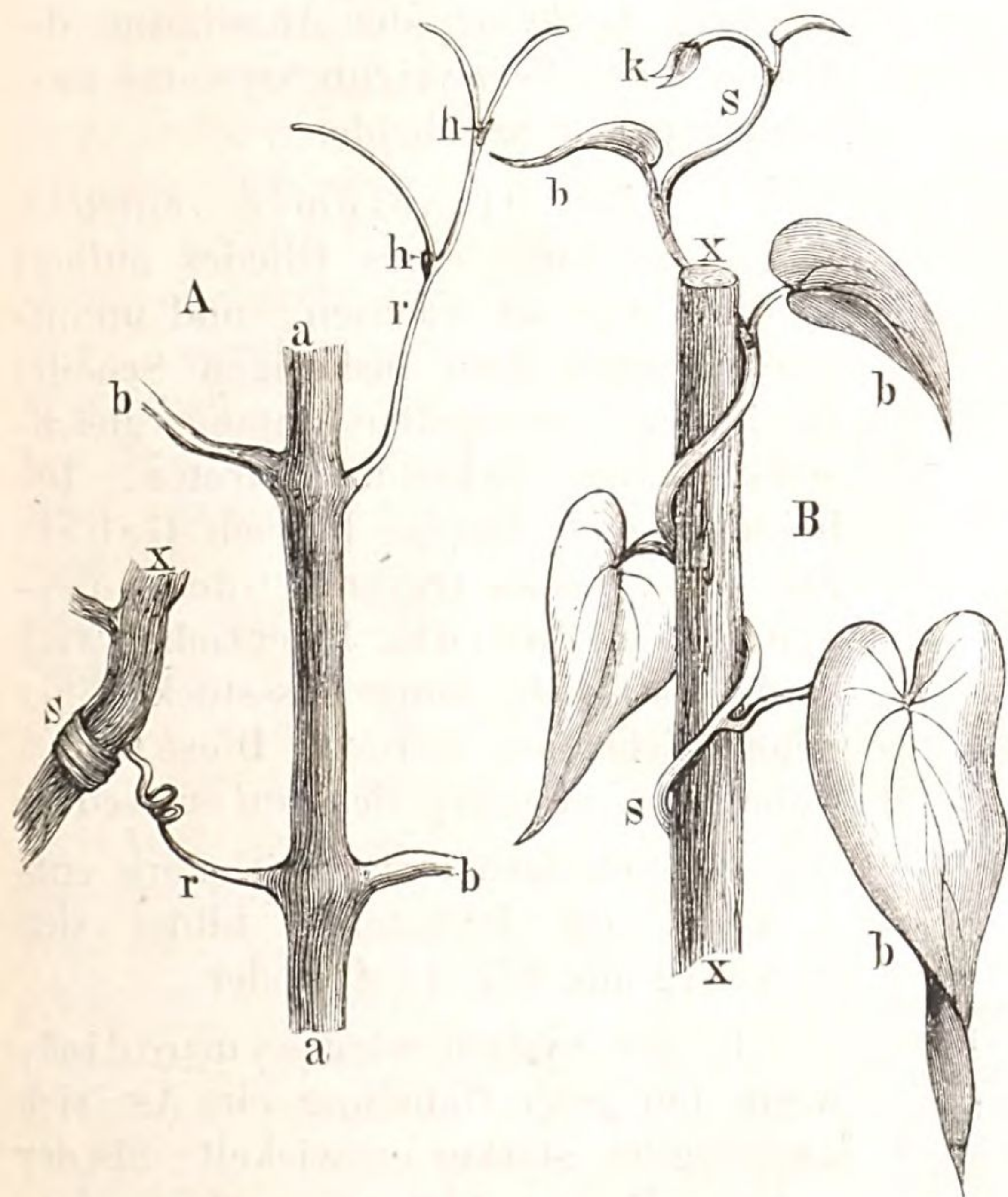


Fig. 16. Zweigdorn der Schlehe *Prunus spinosa*. *a* Ast, *d* Blattnarbe, aus deren Achsel der in die Dornspitze *s* endigende Zweig entspringt; an diesem die Blattnarben *f* und *f*, in deren Achseln der Zweig *z* und die Knospe *k*.

Fig. 15. A Stück des Stammes der Weinrebe ($\frac{1}{3}$ nat. Gr.) mit zwei Ranken *rr*, die obere trägt kleinere Blätter *h* und verzweigt sich; die untere hat eine Stütze *x* erfasst und sich spiralig aufgerollt; *bb* Blattstiele; die Ranken sind hier Zweige, welche ausnahmsweise den Blättern gegenüber stehen. B Windender Stengel von *Ipomoea*, *s*, mit den Blättern *b* und der Knospe *k*; *xx* die Stütze.

Dicke wächst und nur kleine schuppenförmige Blätter trägt, z. B. die Knolle der Kartoffel, von *Helianthus tuberosus* (Fig. 14 A, *k*); die Zwiebel (*bulbus*), (Fig. 14 B), bestehend aus einem meist flachen kuchenförmigen Axengebilde (*k*), welches zahlreiche dicht gestellte und eng zusammenschliessende Blätter (*z*) trägt, z. B. die Küchenzwiebel, Tulpe.

Am weitesten entfernen sich von der gewöhnlichen Form die blattartigen Stämme, welche den Blättern anderer Pflanzen ähnlich sehen und nur kleine Blätter tragen, z. B. die Zweige von *Ruscus*, *Phyllanthus*. In der Familie der Cacteen und vereinzelt auch in anderen Familien finden sich verschieden gestaltete Stämme, blattartige, kugelige, säulenförmige u. s. w., welche alle in der unterdrückten Blattstellung übereinstimmen.

§ 6. Ausbildung von Verzweigungssystemen. Ebenso wie wir an den ausschliesslich acropetal entstehenden Blättern die Stellungsgesetze acropetal angeordneter Glieder erläuterten, so eignen sich auch die Verzweigungen der Stämme zum Studium der Verzweigungsgesetze überhaupt.

Als Verzweigung im Allgemeinen bezeichnet man die Erzeugung gleichartiger Glieder; es ist also auch Verzweigung, wenn eine Wurzel Seitenwurzeln erzeugt. Ein Glied sammt seinen Auszweigungen heisst ein Verzweigungssystem; jeder sich verzweigende Theil ist in Bezug auf seine Nebenzweige die Axe des Verzweigungssystems. Theoretisch lassen sich bezüglich der Anordnung der Theile eines Verzweigungssystems zwei Haupttypen unterscheiden:

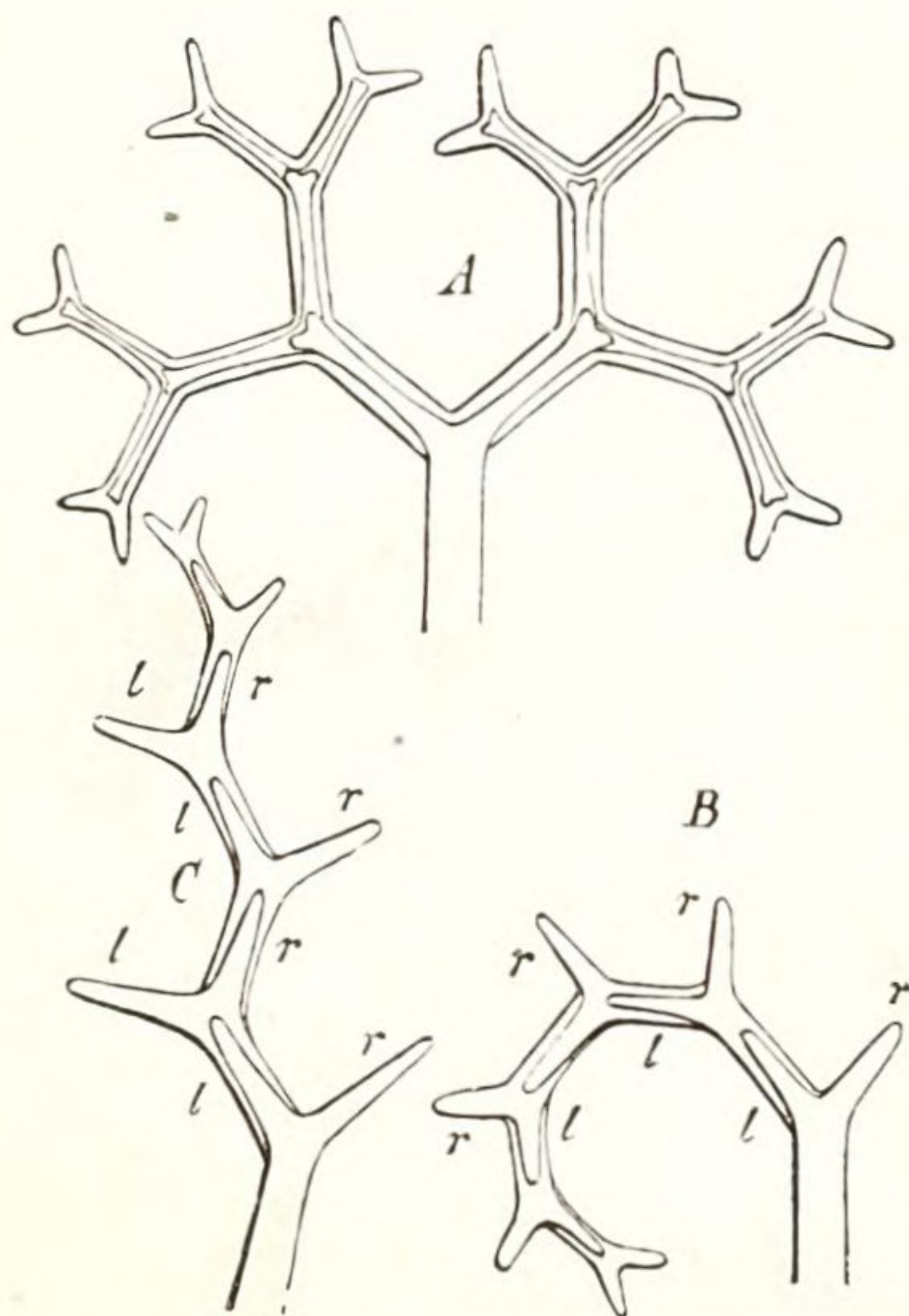


Fig. 17. Schema der dichotomischen Verzweigungssysteme. A gabelige Dichotomie; B schraubelähnliche Dichotomie; es entwickeln sich hier immer die linken Gabeläste (*l*) stärker als die rechten (*r*); C wickelähnliche Dichotomie; es entwickeln sich abwechselnd rechte (*r*) und linke (*l*) Gabeläste stärker (nach Sachs).

1) Die Dichotomie entsteht, wenn das Ende eines Gliedes aufhört in die Länge zu wachsen, und unmittelbar neben dem bisherigen Scheitel zwei neue, wenigstens anfangs gleichstark thätige Scheitel auftreten. Die beiden neuen Zweige heissen Gabelzweige, das sie tragende Glied Fussstück oder Podium. Jeder Gabelzweig kann natürlich zum Fussstück einer neuen Dichotomie werden. Diese beiden Gabelzweige können sich nun entweder:

a) auch fernerhin gleichstark entwickeln: die Dichotomie bildet sich gabelig aus (Fig. 17 A); oder

b) das System wird sympodial, wenn bei jeder Gabelung ein Ast sich nachträglich stärker entwickelt, als der andere; die Fussstücke der aufeinanderfolgenden Gabelungen bilden dann scheinbar einen Hauptpross, Scheinaxe

oder Sympodium genannt, an welchem die schwächeren Gabeläste wie seitliche Sprossungen erscheinen (Fig. 17 B, C); dieses Sympodium besteht nun entweder aus den Gabelästen immer derselben Seite, z. B. immer der rechten oder immer der linken (Fig. 17 B): schraubelähnliche Dichotomie, z. B. am Blatt von *Adiantum pedatum*; oder es besteht aus abwechselnd rechten und linken Gabelästen (Fig. 17 C): wickelähnliche Dichotomie.

Die dichotomische Verzweigung ist jedenfalls ziemlich selten und dürfte bei beblätterten Sprossen kaum vorkommen.

2) Das monopodiale System kommt dadurch zu Stande, dass das Glied in seiner ursprünglichen Richtung fortwachsend unterhalb seines Scheitelpunctes seitliche Auszweigungen in acropetaler Reihenfolge erzeugt; es bildet also für alle Seitenzweige das gemeinsame Fussstück; daher heisst das ganze System Monopodium. Es leuchtet ein, dass diese

Verzweigung all denjenigen Stämmen zukommen muss, deren Seitenzweige in dem Ort ihrer Entstehung von den Blättern abhängig sind und somit gleich diesen acropetal entstehen. — Jeder Zweig kann sich wieder monopodial verzweigen. Das Monopodium kann sich entweder:

a) racemös ausbilden, wenn die Mutteraxe sich auch fortan stärker entwickelt, als alle Seitenaxen, und sich auch jede Seitenaxe bezüglich ihrer Seitenaxen höherer Ordnung ebenso verhält; oder

b) cymös, wenn jede anfangs schwächere Seitenaxe frühzeitig anfängt stärker zu wachsen als ihre Mutteraxe oberhalb ihrer Ursprungsstelle und sich auch mehr verzweigt. Dabei kommt entweder:

α) keine Scheinaxe zu Stande; nemlich zwei oder mehr Seitenaxen entwickeln sich nach verschiedenen Richtungen hin stärker als die Mutteraxe, aber unter sich annähernd gleich stark (Fig. 18), während die Mutteraxe bald zu wachsen aufhört. Das Verzweigungssystem sieht einer Dichotomie entfernt ähnlich und wird als falsche Dichotomie oder Dichasium (resp. Polytomie, Polychasium) bezeichnet.

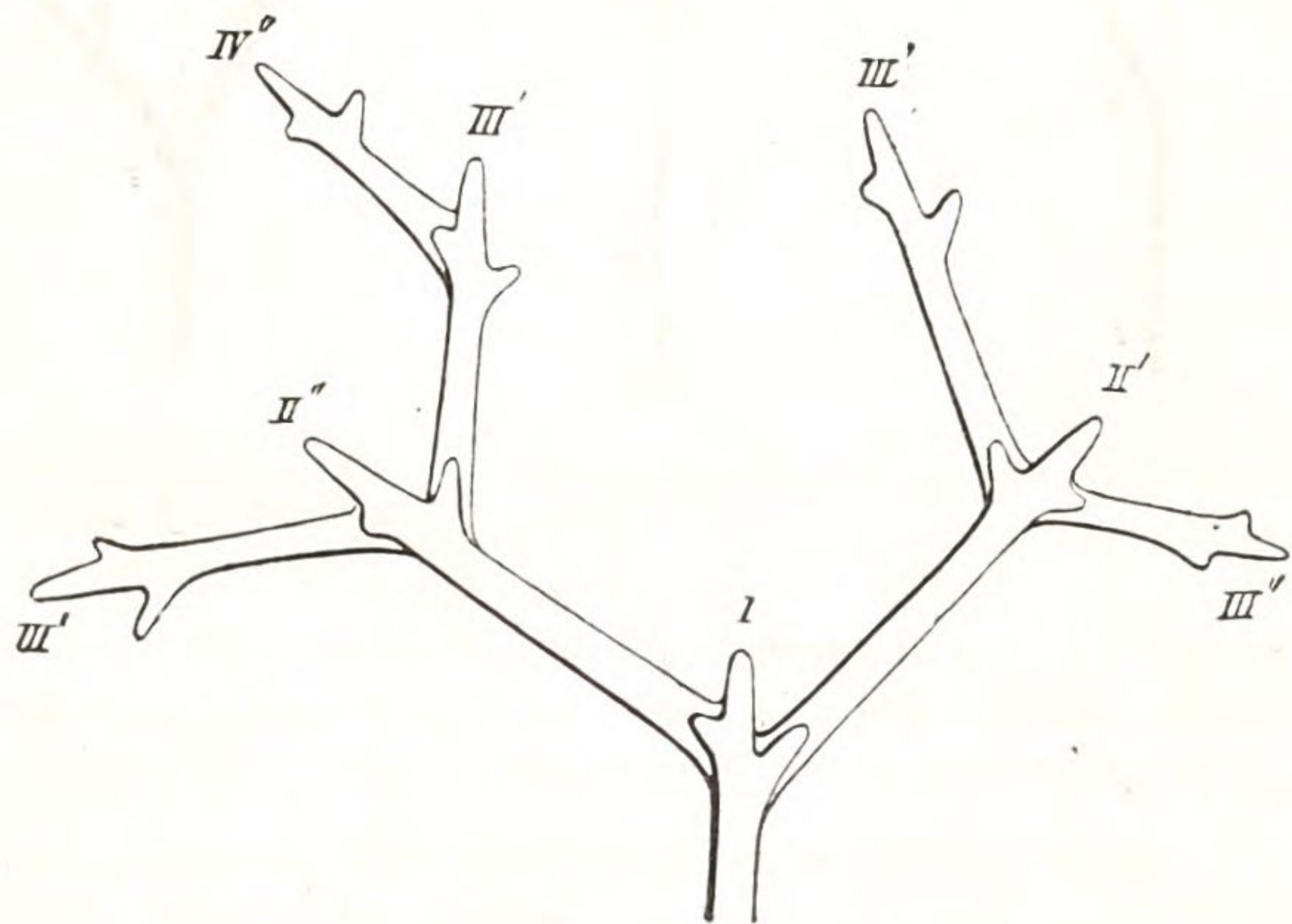


Fig. 18. Schema der falschen Dichotomie; die Sprosse II¹ und II² entwickeln sich unter sich gleich stark, aber stärker als die Mutteraxe I (nach Sachs).

Oder β) es entsteht eine Scheinaxe, ein Sympodium, wenn jedesmal nur eine Seitenaxe sich stärker entwickelt, also z. B. in Fig. 19 A die Seitenaxe 2 stärker, als das obere Ende der Mutteraxe 1 u. s. f.; die stärkere Entwicklung ist in der Figur durch stärkere Linien angedeutet. Meistens wird die ursprünglich hin- und hergebogene Scheinaxe späterhin gerade (A verwandelt sich in B, Fig. 19). Tritt die stärkere Entwicklung immer an den auf der gleichen Seite liegenden Seitenaxen ein, so heisst das ganze System ein Schraubel (Fig. 19 D); im anderen Falle aber ist das System ein Wickel (Fig. 19 A und B).

Als Beispiele für die verschiedenen Formen der monopodialen Verzweigung sei vor allem auf die später (IV. Theil) zu behandelnden Blütenstände hingewiesen; aus der vegetativen Region seien hier folgende Beispiele erwähnt:

Die racemöse Ausbildung tritt am augenfälligsten am Stamm der Nadelhölzer hervor, der sich immer stärker entwickelt, als sämtliche Seitenaxen, und diese wieder stärker als ihre Seitenzweige.

Die falsche Dichotomie findet sich am Stamme von *Viscum*, dessen Spitze entweder mit einer Blüte abschliesst oder verkümmert; stets entwickeln sich als neue

Jahrestriebe nur die Achselknospen der beiden Laubblätter. Bezüglich der Aneinanderreihung der Jahrestriebe kommt Aehnliches bei *Syringa* vor, wo meist die Achselknospen des obersten Blattpaares das Wachstum des Strauches fortsetzen, während die

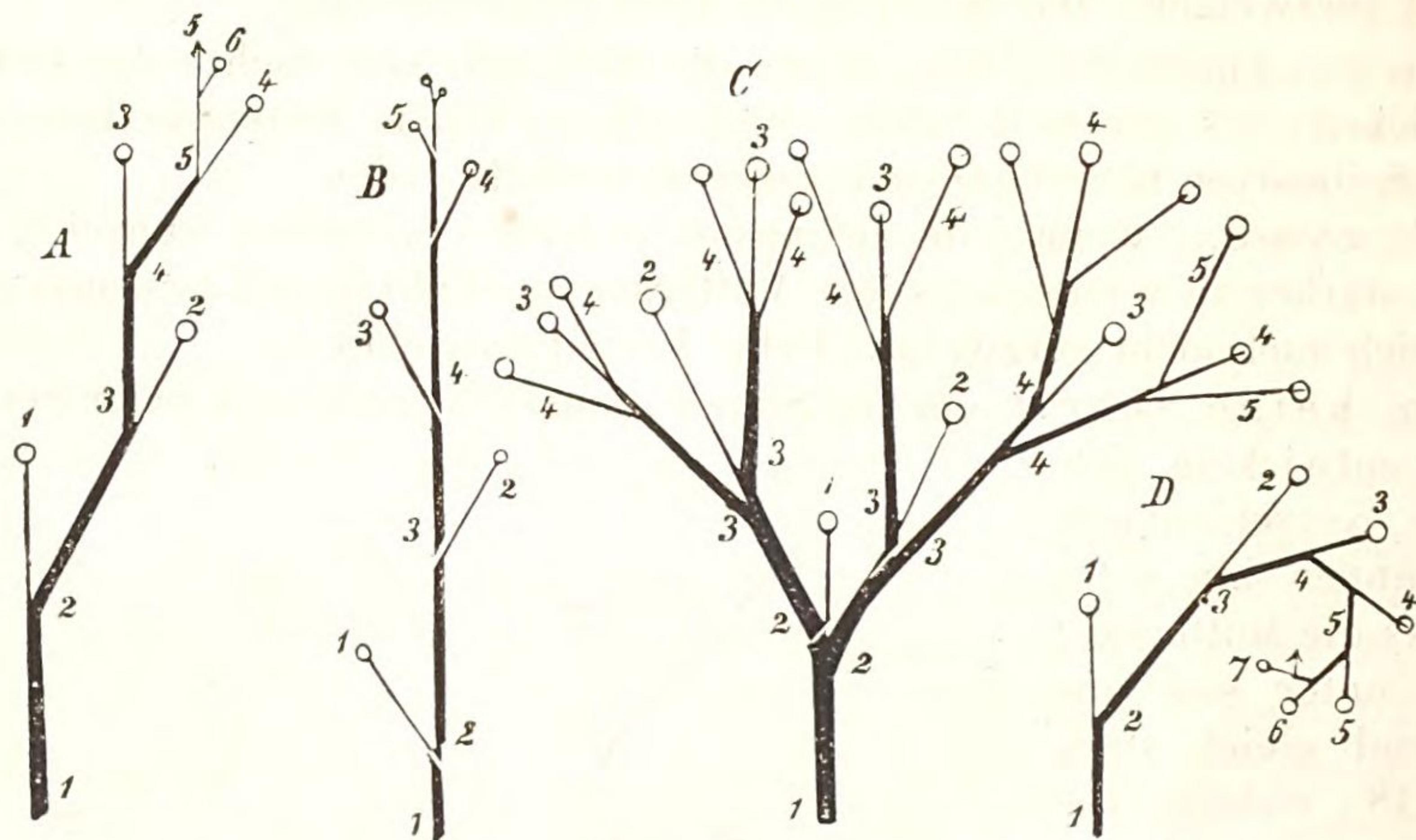


Fig. 19. Schematische Darstellung der cymösen Verzweigungssysteme; A und B Wickel; C falsche Dichotomie; D Schraubel (nach Sachs).

Endknospe verkümmert, auch bei *Rhamnus cathartica*, wo die Hauptaxe sich in einen Dorn umbildet. Doch ist hier die Verzweigung innerhalb des Jahrestriebes racemös; cymös ist nur die Verkettung der einzelnen Jahrestriebe.

Als Beispiel für monopodiale Sympodien kann die Tollkirsche gelten, welche später (IV. Theil) beschrieben werden soll, sowie die Aneinanderreihung der Jahrestriebe bei mehreren Laubhölzern z. B. Birke, Ulme, Weissbuche, Haselnuss, wo die Spitze des Jahrestriebs entweder mit Blüten abschliesst, oder verkümmert und der oberste Seitenspross die Wachstumsrichtung des Ganzen fortsetzt. Auch hier ist die Verzweigung im Längsverlauf des Jahrestriebes, abgesehen von seiner Spitze, racemös.

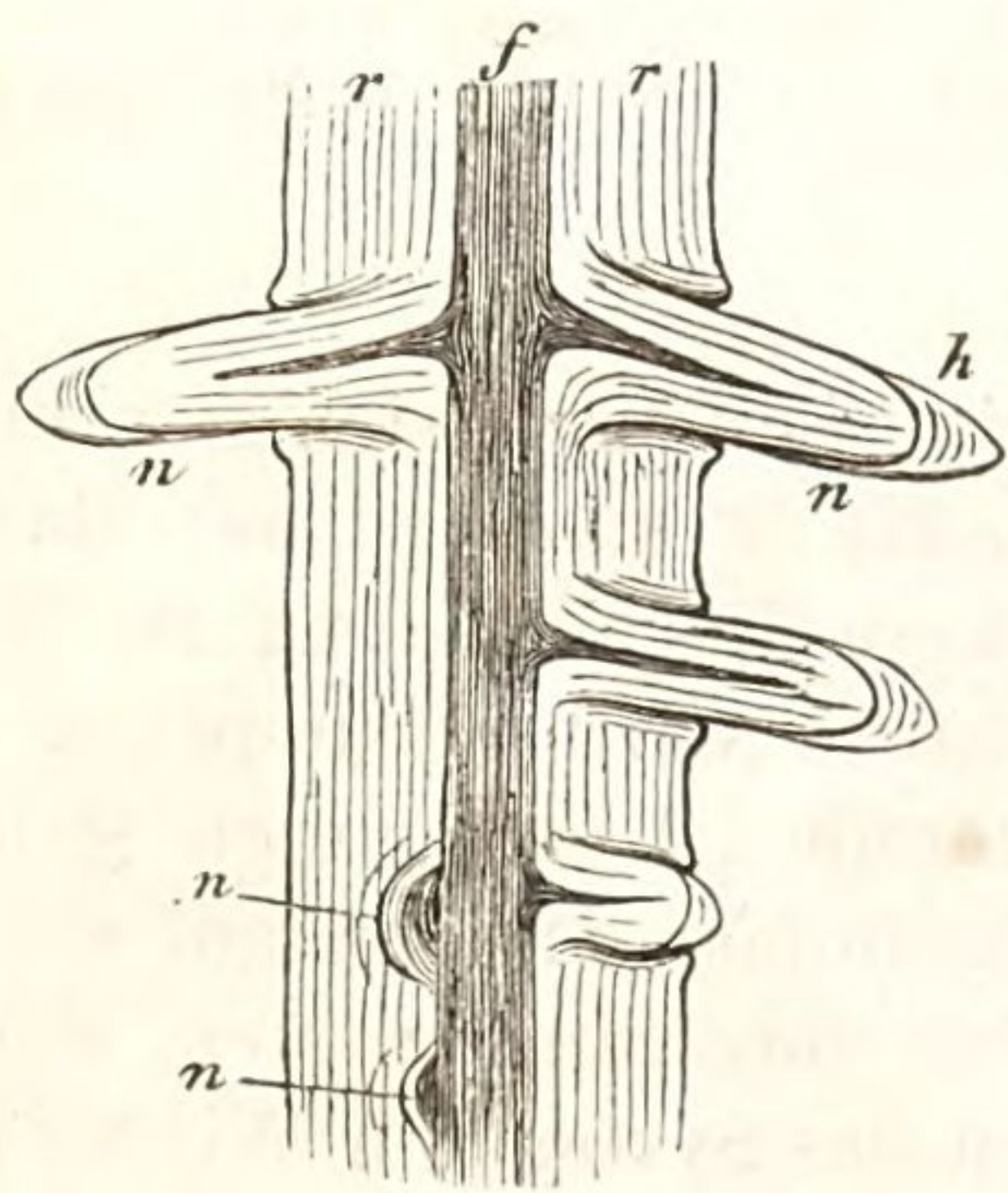


Fig. 20. Seitenwurzeln (n), aus dem Pericambium der Hauptwurzel von *Vicia Faba* entspringend (Längsschnitt, 5mal vergr.); f Fibrovasalkörper, r Rinde der Hauptwurzel; h Wurzelhaube der Seitenwurzeln.

§ 7. **Wurzeln** sind nach der botanischen Ausdrucksweise nicht, wie im gewöhnlichen Leben, alle unterirdischen Pflanzentheile, sondern nur jene Glieder, welche endogen entstehen, keine Blätter erzeugen und an ihrem Scheitel von einem eigenthümlichen Gewebe der Wurzelhaube (Fig. 20 h) umgeben sind. Die äussersten Schichten der Wurzelhaube werden abgestossen, während vom Scheitel her fortwährend neue zugefügt werden. — Die Wurzeln kommen nur bei Gefässpflanzen vor, unter denen nur sehr wenige ihrer entbehren, z. B. *Salvinia*, *Lemna arrhiza*. Haupt- oder Pfahlwurzel heisst bei den

Phanerogamen die Wurzel, welche am jungen Keimpflänzchen am hinteren Ende von dessen Stämmchen gebildet wird; sie bleibt bei den Monocotyledonen (z. B. Gräsern) klein; nur bei den Dicotyledonen (wohin z. B. Bohne, Tabak, Hanf, Eiche gehören) und Nadelhölzern erreicht sie eine im Verhältniss zur übrigen Pflanze stehende mächtige Entwicklung. Alle übrigen Wurzeln, die Seiten- oder Nebenwurzeln entstehen seitlich aus dem Stamme oder aus Wurzeln, z. B. aus der Hauptwurzel oder aus anderen Nebenwurzeln, zuweilen auch aus Blättern. Sie entstehen immer aus einer inneren Gewebeschicht und durchbrechen das äussere Gewebe. Aus anatomischen Gründen (s. § 25) sind die Seitenwurzeln in Längsreihen an der Mutterwurzel angeordnet; später treten jedoch zuweilen zwischen diesen noch zahlreiche adventive Wurzeln an beliebigen Stellen auf.

Die ursprüngliche Form der Wurzeln ist die fadenförmig cylindrische; nur solche Wurzeln, welche ein nachträgliches Dickenwachsthum erfahren und dabei saftig werden, erhalten Spindelform (z. B. Rüben) oder knollige Anschwellungen (z. B. Dahlia). Physiologisch ausgezeichnete Formen sind die Luftwurzeln vieler tropischer Pflanzen (besonders Baumfarne, Orchideen, Aroideen), welche den auf hohen Bäumen und dgl. lebenden Gewächsen zur Befestigung dienen; die Kletterwurzeln des Epheus, welche aus dem Stamm stellenweise in dichten Reihen hervorbrechen, kurz bleiben und zur dichten Anheftung an Mauern, Baumstämme dienen, und endlich die Saugwurzeln mancher Schmarotzerpflanzen, wie z. B. der Flachsseide *Cuscuta*, welche in das Gewebe der Nährpflanze eindringen.

§ 8. **Haargebilde** oder **Trichome** sind alle Organe, welche aus der Oberhaut eines Gliedes hervorgehen; es fallen daher unter diesen Begriff nicht bloss die Haare im engeren Sinne, wie sie unten (§ 29) beschrieben werden sollen, sondern auch manche Fortpflanzungsorgane wie die Sporangien vieler Farne.

Zu den Haargebilden rechnet man auch die Stacheln (*aculei*) (Fig. 21), z. B. an Brombeersträuchern, Rosen; sie sind von den echten Haaren dadurch verschieden, dass zu ihrer Entstehung nicht bloss die Oberhaut, sondern auch tiefere Schichten beitragen, stimmen aber mit den meisten Haargebilden darin überein, dass sie unregelmässig angeordnet und nicht Umwandlungen bestimmter Glieder (Stengel oder Blätter) sind wie die oben S. 12 und 16) erwähnten Dornen (*spinae*), dass sie eben gleich den Haaren nur Anhangsgebilde sind, deren Vorkommen und Anordnung für den Aufbau des gesammten Pflanzenkörpers unwesentlich ist.



Fig. 21. Stacheln am Stengel der Brombeere *Rubus fruticosus* (nat. Gr.).

Die gewöhnlichen Haare (*pili*) sind theils einfach, theils gegliedert (*articulati*), sternförmig (*stellati*), Borsten (*setae*), d. h. lange Gewebekörper, Drüsenhaare (*glandulosi*). Je nach der Art und Dichte der Behaarung heisst ein Pflanzentheil flaumig (*pubescens*) z. B. die Blüthenschäfte der Schlüsselblume, zerstreut haarig (*pilosus*) z. B. Blätter der Sonnenrose, rauhaarig (*hirsutus*) z. B. Waldvergissmännchen *Myosotis silvatica*; steifhaarig (*hirtus*, *setosus*) z. B. Borretsch, *Echium*; zottig (*villosus*) z. B. *Anemone Pulsatilla*; wollig (*lanatus*, *lanuginosus*) z. B. *Stachys germanica*; filzig (*tomentosus*)

z. B. Blätter von *Petasites niveus* und *spurius*, seidenhaarig (*sericeus*) z. B. Blätter von *Salix alba*. Fehlt die Behaarung ganz, so heisst der Pflanzentheil kahl (*glaber*, *calvus*).

§ 9. Der Körper der niederen Pflanzen (Algen, Pilze, mancher Lebermoose) lässt eine Gliederung in Stamm, Blatt und Wurzel nicht erkennen; es finden sich zwar Organe vor, welche wie die Wurzeln der höheren Pflanzen an der Ernährung und Befestigung im Boden betheiligt sind; es finden sich auch Auszweigungen, welche den Blättern ähnlich sehen; allein diese Gebilde entsprechen den oben aufgestellten Begriffen nicht und man nennt einen solchen Pflanzenkörper *Thallus*. Das Vorkommen von wirklichen Haargebilden dagegen ist an einem *Thallus* nicht ausgeschlossen, ja sogar sehr häufig.

Zweiter Theil.

Die innere Structur der Pflanzen (Anatomie).

§ 10. Die im vorigen Theile geschilderten Glieder des Pflanzenkörpers stimmen in ihrem inneren Bau darin untereinander überein, dass sie sämmtlich aus Zellen bestehen oder solchen Gebilden, welche durch Veränderung von Zellen entstanden sind. Die Pflanzentheile lassen ihren zelligen Bau leicht erkennen, indem man schon bei schwacher Vergrößerung auf einem Schnitt zahlreiche Hohlräume wahrnimmt, die von festen Wänden getrennt werden. Manchmal gelingt es, die hier zu einem festen Gewebe verbundenen Zellen durch blossen Druck voneinander zu trennen, z. B. in den reifen Schneebeeren (den Früchten von *Symphoricarpus racemosa*); hier erscheinen sie dann als geschlossene mit Flüssigkeit gefüllte Bläschen. Gewisse Zellen kommen immer isolirt vor; so besteht z. B. der Blütenstaub aus lauter einzelnen Zellen. Die Form und Ausbildung sowie die Verbindung der einzelnen Zellen in einem Gewebe, somit auch die Beschaffenheit des ganzen Gewebes ist aber sehr verschieden; man überzeugt sich schon beim Zerreißen eines beliebigen Pflanzentheils von dem Vorkommen faseriger, strangartiger Gewebe zwischen einer weicheren Masse; da die Verschiedenheit der Gewebe in der verschiedenen Ausbildung der Zellen begründet ist, ist es nöthig, zuerst die einzelne Zelle für sich zu betrachten und erst in einem zweiten Kapitel die Gewebe.

Erstes Kapitel.

Die Zelle.

§ 11. **Theile und Form der Zelle.** An der hinreichend entwickelten lebenden Zelle (Fig. 22 C) unterscheiden wir folgende drei Hauptbestandtheile:

1) eine feste, elastische, allseitig geschlossene Haut, die **Zellhaut** (Zellwand, Membran, Fig. 22 Ch), welche aus einem ihr eigenthümlichen Stoffe, der Cellulose, besteht;

2) eine dieser innen anliegende, ebenfalls allseitig geschlossene Schicht aus weicher Substanz, welche immer eiweissartige Stoffe enthält, das Protoplasma (Fig. 22 *Cp*); diesem eingebettet findet sich bei allen höheren Pflanzen der Zellkern (Fig. 22 *Ck*);

3) eine wässrige Flüssigkeit, welche den vom Protoplasma Körper umschlossenen Hohlraum ausfüllt, den Zellsaft (Fig. 22 *Cs*).

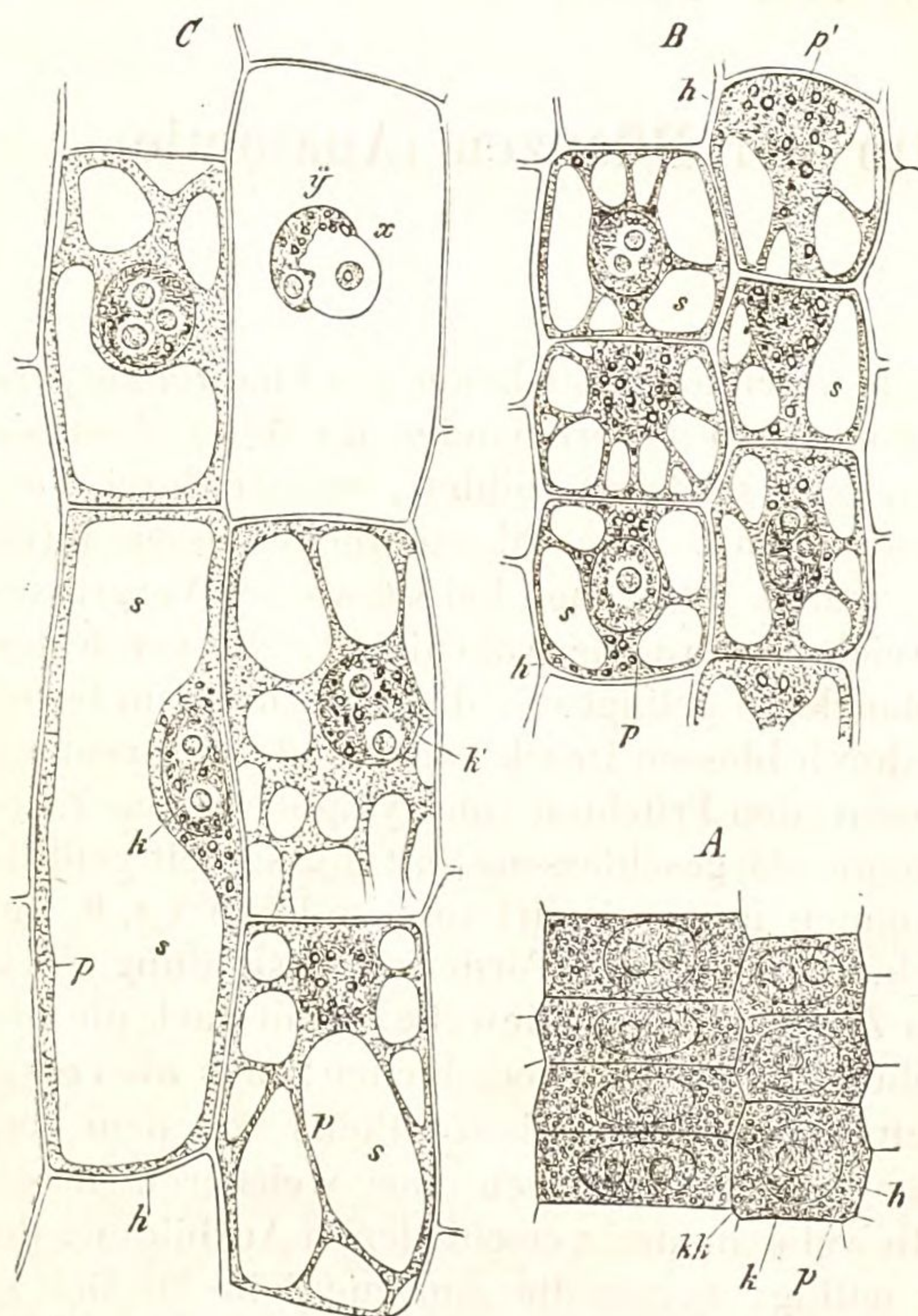


Fig. 22. Zellen mit ihren Hauptbestandtheilen, Längsschnitt aus der Wurzelrinde von *Fritillaria imperialis* (550mal vergr.). *h* Zellhaut; *p* Protoplasma; *k* Zellkern; *kk* Kernkörperchen; *s* Zellsaft; *A* ganz junge Zellen, noch ohne Saft Raum; *B* etwas älter mit Vacuolen; *C* fertig ausgebildet; die beiden rechts unten von der Vorderfläche, die grosse links im Durchschnitt gesehen (nach Sachs).

Dieselben Zellen, an welchen wir eben diese drei Theile unterscheiden lernten, haben aber im jüngeren Zustande, so lange sie noch viel kleiner sind (Fig. 22 *A*), ein anderes Aussehen; hier erfüllt das Protoplasma die ganze Zelle; der Zellsaft stellt sich erst im Verlaufe der Entwicklung ein (Fig. 22 *B*), anfangs in Form von kleinen Tropfen, welche Vacuolen genannt werden. Diese wachsen, während die ganze Zelle an Umfang zunimmt, allmählig an und fliessen mit einander zusammen, indem die sie trennenden Protoplasmaabänder in die wandständige Schicht zurückfliessen.

Hiermit haben dann die hier betrachteten Zellen, welche als Beispiel für die in vielen saftigen Pflanzentheilen, als Rinden von Stengeln und Wurzeln, Früchten vor-

kommenden gelten können, ihren definitiven Zustand erreicht, in welchem sie bis zum Tode des betreffenden Organs verbleiben. Andere Zellen, wie z. B. die des Holzes, des Korkes, durchlaufen denselben Zustand, verändern sich aber noch weiter, indem Zellsaft und Protoplasma schwinden und sich zuletzt nur Luft oder Wasser innerhalb der Membran vorfindet. Während nun aber die ersteren, mit Protoplasma ausgestatteten Zellen im Stande sind, diosmotische und chemische Processe zu unterhalten, unter besonderen Umständen neue Zellen zu erzeugen, d. h., kurz zusammengefasst, zu leben, sind die fertigen protoplasmaleeren Holzzellen dieser Functionen

nicht mehr fähig; sie nützen nur noch durch die Festigkeit und andere physikalische Eigenschaften der Membran. Der Protoplastmakörper ist daher als der lebendige Leib der Zelle zu betrachten. Ja es gibt Zellen, welche in der ersten Zeit nach ihrer Entstehung nur nackte hautlose Protoplastmakörper sind, und gerade sie erscheinen bei der wichtigsten Lebensäusserung des Organismus, bei der Fortpflanzung. Solche Zellen werden als Primordialzellen bezeichnet (s. z. B. Fig. 37 B). Sie umgeben sich später mit einer Membran, welche aus dem Protoplastmakörper ausgeschieden wird. Hier zeigt sich am deutlichsten, dass sowohl die Membran, als der Zellsaft Producte der Thätigkeit des Protoplastas sind. Man hat daher das Wesen der Zelle dadurch auszudrücken gesucht, dass man sie als einen lebendigen Protoplastmakörper bezeichnet, der sich gewöhnlich mit einer festen Haut umgibt und Saft in sich aufnimmt.

So verschiedenartig die innere Ausbildung der Zellen ist, ebenso mannigfaltig ist auch ihre Grösse und Gestalt. Während einzelne Zellen so klein sind (etwa 0,001 Millimeter im Durchmesser), dass man selbst mit Hülfe der stärksten Vergrösserungen kaum mehr als ihre Umrisse erkennen kann, erreichen andere eine bedeutendere Grösse (etwa 0,1 bis 0,5 Mill.), so dass sie selbst mit blossem Auge unterscheidbar sind (z. B. im Mark von Dahlia, Impatiens, des Hollunders Sambucus); manche wachsen zu einer Länge von mehreren Centimetern an, wie z. B. die Haare der Baumwolle; einzelne endlich, nämlich bei einigen Algen, wo das ganze Individuum von der einzigen Zelle gebildet wird, nehmen noch grössere Dimensionen an.

Die Gestalt solcher Zellen, welche das ganze Pflanzenindividuum

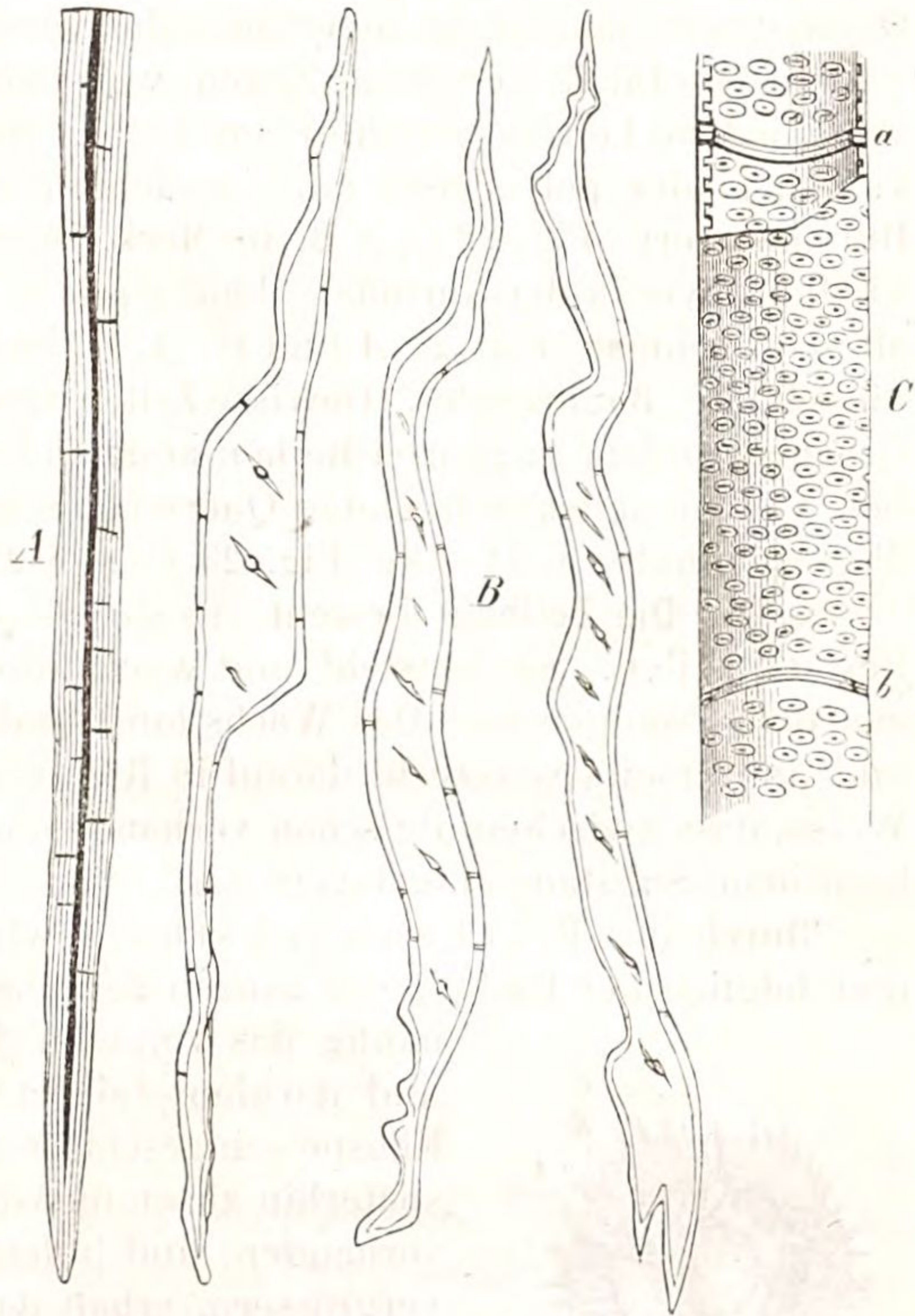


Fig. 23. Verschiedene Zellformen. A Ende einer Bastfaser mit stark verdickter, getüpfelter Wand, im Längsschnitt 300mal vergr. B Holzzellen aus der Wurzel der Kürbispflanze 300mal vergr. Flächen- und Durchschnichtsansicht. C Stück eines gehöftgetüpfelten Gefässes aus dem Stamm von *Helianthus tuberosus* 300mal vergr., durch den Schnitt oben geöffnet; bei a und b die Reste der aufgelösten Querwände.

vorstellen, ist oft ziemlich regelmässig rundlich, eiförmig oder schlauchförmig; sie kann aber auch die reichste Gliederung erfahren, indem verschiedene Ausstülpungen einer und der nämlichen Zelle ganz verschiedene Formen annehmen. Bei den hochorganisirten Gewächsen bestehen die verschiedenen Organe aus sehr verschiedenen Zellen, und selbst in demselben Organ findet man dicht nebeneinander verschieden geformte und mit verschiedenem Inhalt versehene Zellen, weil eben innerhalb eines Organs noch verschiedene Lebensverrichtungen nöthig sind. Die Zellen sind hier bald kugelig, oder polyedrisch mit ziemlich gleichen oder wenig verschiedenen Durchmessern (Fig. 22 C, z. B. im Mark, in saftigen Früchten, in fleischigen Knollen, wie in der Kartoffel), bald stark in die Länge gezogen, und dabei oft sehr schmal (Fig. 23 A und B, z. B. im Holz, die Bastfasern [Flachs], viele Haare, Baumwolle). Gewisse Zellen vereinigen sich oft zu besonderen Organen, indem in ganzen Reihen aneinander stossender Zellen die dieselben von einander trennenden Querwände aufgelöst werden. So entstehen die sogenannten Gefässe (Fig. 23 C) s. § 22.

§ 12. **Die Zellhaut** besteht aus Cellulose, Wasser und unorganischen Bestandtheilen. Sie entsteht und wächst durch Ausscheidung dieser Stoffe aus dem Protoplasma. Das Wachsthum findet statt in Richtung der Fläche und andererseits senkrecht darauf in Richtung der Dicke, und zwar in der Weise, dass zwischen die schon vorhandenen kleinsten Theilchen der Membran neue Substanz eingelagert wird*).

Durch das Flächenwachsthum wird die Oberfläche der Zellhaut und folglich der Umfang der ganzen Zelle vergrössert, so zwar, dass sich häufig das Volumen der Zelle auf das Hundertfache und darüber steigert: so sind z. B. in einem in der Knospe eingeschlossenen Blatt die dasselbe auch späterhin zusammensetzenden Zellen schon jetzt alle vorhanden, und indem diese sämmtlich ihr Volumen vergrössern, erhält das Blatt seine definitive Grösse. In den wenigen Fällen, wo das Flächenwachsthum an allen Puncten gleich gross ist, behält die Zelle dabei ihre ursprüngliche Gestalt; gewöhnlich jedoch wächst die Haut an einzelnen bestimmten Partien stärker und so kann z. B. eine anfangs kugelige Zelle würfelförmig, tafelförmig, cylindrisch, schlauch- bis faserförmig u. s. w. werden.

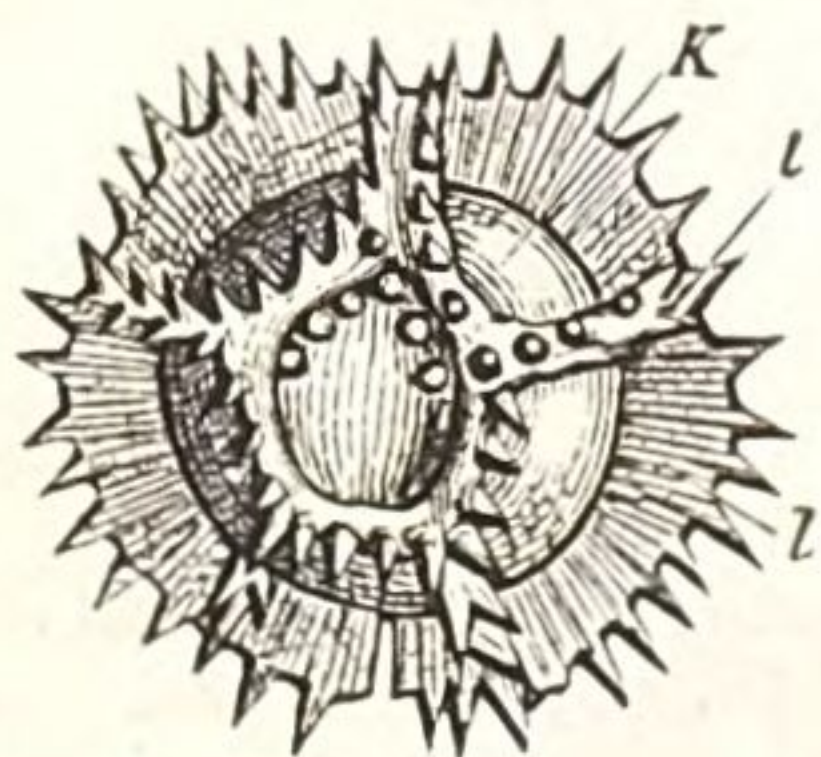


Fig. 24. Verdickungen auf der Aussenfläche der Zellhaut. Eine Zelle des Blüthenstaubes von *Cichorium juncifolius* 500mal vergr. Die fast kugelige Oberfläche (K) ist mit netzartig verbundenen stacheligen Leisten (L) besetzt (nach Sachs).

Ebenso ist das Dickenwachsthum der Zellhaut selten gleichmässig; gewöhnlich nimmt sie an einzelnen Stellen an Dicke mehr zu als an anderen und erhält so Unebenheiten ihrer Fläche. An freiliegenden Zellen oder freien Wänden

*) Diese Art des Wachsthum durch Zwischenlagerung der kleinsten Theilchen wird als *Intussusception* bezeichnet und ist wesentlich verschieden von der *Apposition*, d. h. der Auflagerung neuer Theilchen auf die Oberfläche des wachsenden Gebildes z. B. eines Krystalles. Dieselbe steht im engsten Zusammenhange damit, dass in der Zellhaut, sowie den Stärkekörnern und anderen organisirten Gebilden, die festen Theilchen allseitig von Wasser umgeben gedacht werden müssen.

springen die so entstehenden Erhabenheiten auf der Aussenfläche vor in Gestalt von Warzen, Buckeln, Knoten, Stacheln, Leisten u. s. w. (Fig. 24). Die zu Geweben verbundenen Zellen besitzen die Unebenheiten auf der Innenseite der Wand; bald springen die Erhabenheiten in bestimmter Form gegen das Innere vor, so die ringförmigen (Fig. 25 *r*) und spiralförmigen (Fig. 25 *s*) Verdickungen gewisser Gefässwände; bei der sogenannten netzförmig verdickten Wand sind leistenförmige Verdickungen netz-

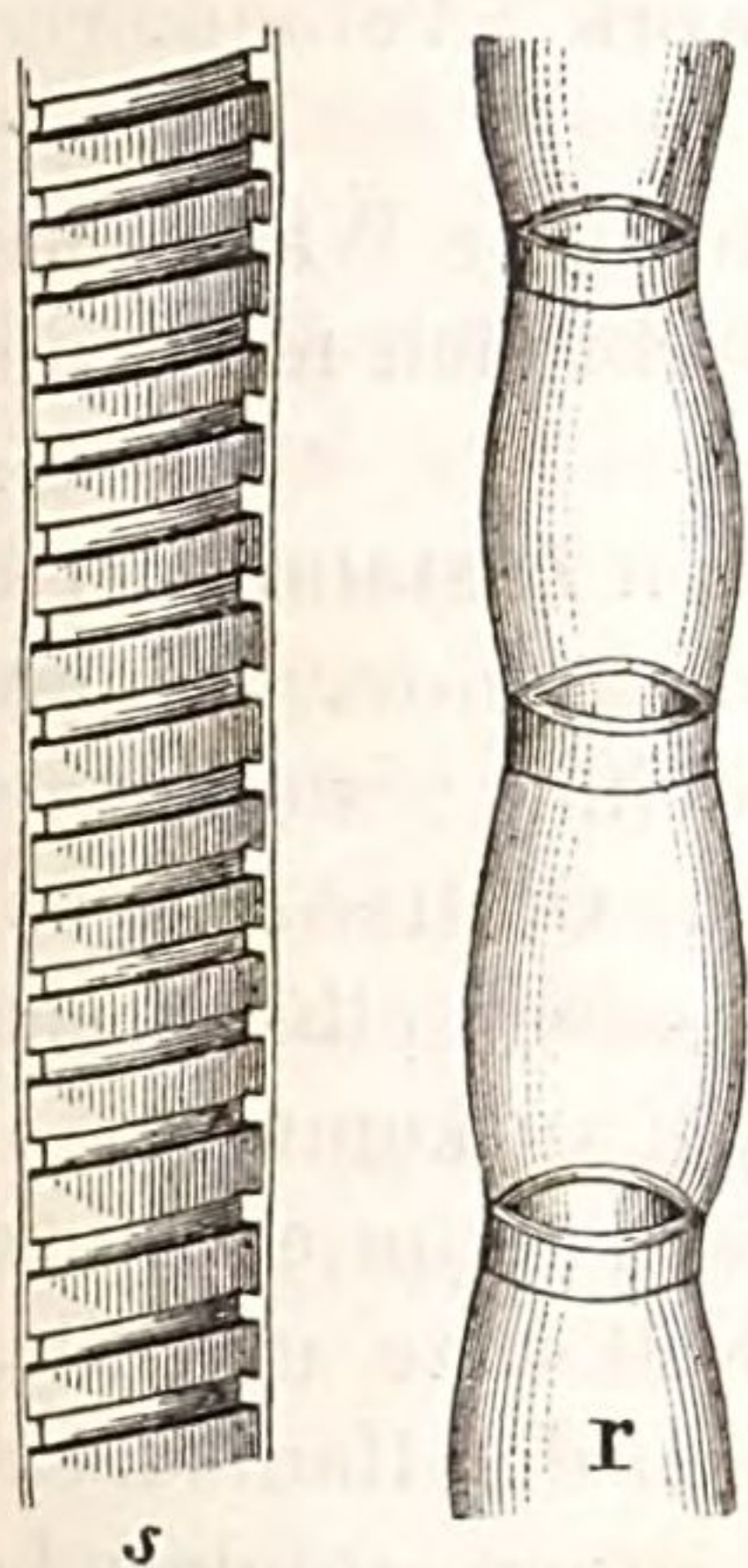


Fig. 25. *r* ringförmige, *s* spiralförmige Verdickung der Gefässwände, *r* von aussen gesehen, *s* im Längsschnitt (stark vergr., schematisch).

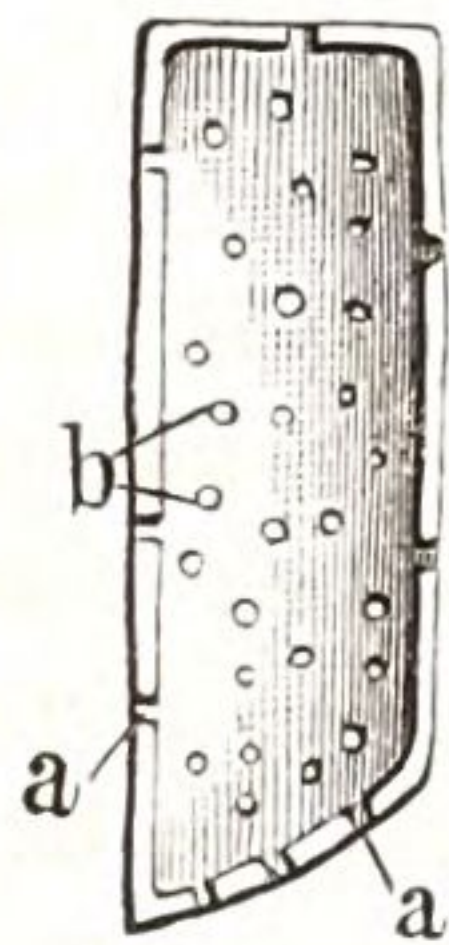


Fig. 26. Eine Zelle mit getüpfelter Wand aus dem Holz (Markstrahl) des Hollers Sambucus. Sie ist der Länge nach durchgeschnitten und zeigt an den Seitenwänden die Tüpfel als Canäle (*a*), an der Hinterwand als runde Flecken (*b*). (240mal vergr.)

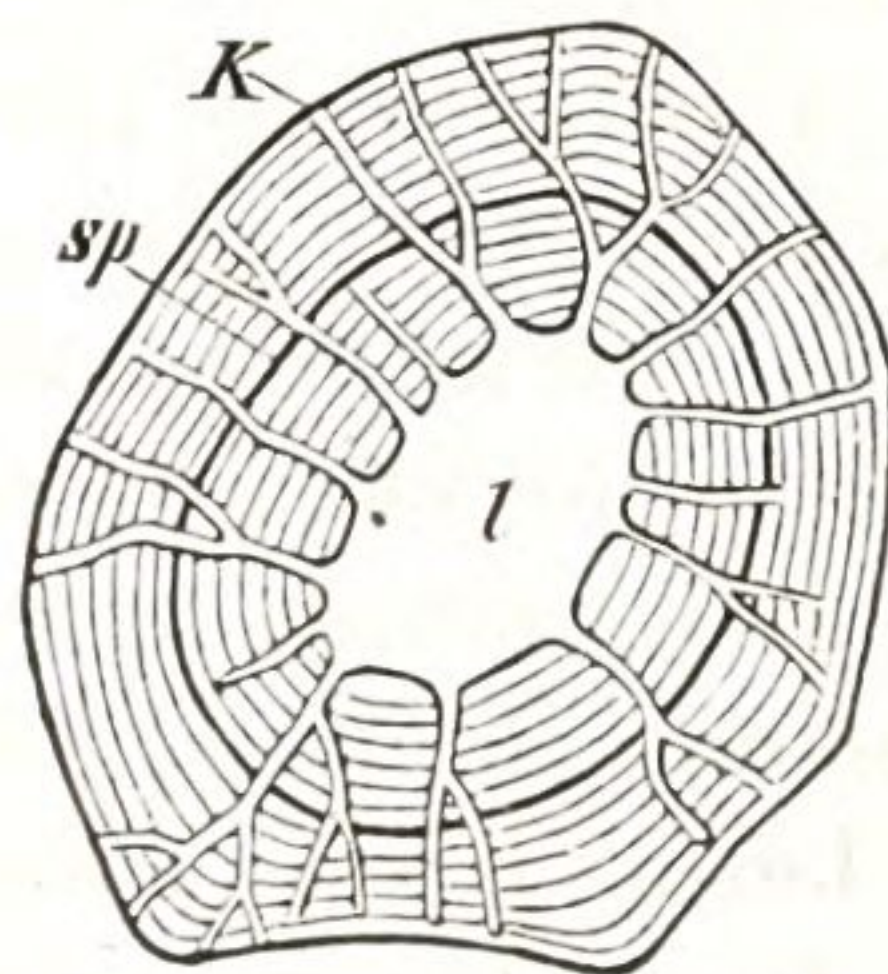


Fig. 27. Tüpfelcanäle. Querschnitt einer Bastzelle aus der Wurzel von *Dahlia variabilis* (800mal vergr.). *l* die Zellhöhle; *k* Tüpfelcanäle, welche hier (sonst selten) verzweigt sind; *sp* ein Sprung zwischen den Schichten der Wand (nach Sachs).

artig unter einander verbunden, so dass rundliche oder langgezogene dünne Stellen übrig bleiben; bald sind aber einzelne, verhältnissmässig kleine Stellen der Wand im Dickenwachsthum gegen die übrigen zurückgeblieben und erscheinen dann von der Oberfläche gesehen als helle Flecken oder Tupfen, gewöhnlich Tüpfel genannt, im Durchschnitt als Canäle, die je nach der Mächtigkeit der verdickten Wandpartien von kleinerer (Fig. 26 *a*) oder grösserer (Fig. 27) Ausdehnung sind. Sehr häufig erscheint der Tüpfel von der Fläche gesehen in Form zweier concentrischer Kreise (s. Fig. 23 *C*), und zwar desshalb, weil der Tüpfelraum an der Innenseite der Wand eng und an der Aussenseite weit ist; solche gehöft e Tüpfel finden sich an den Holzzellen der Nadelhölzer (s. Fig. 42), an vielen Gefässwänden (s. Fig. 23 *C*) und auch anderwärts (s. Fig. 44); die treppenförmige Verdickung mancher Gefässwände beruht auf der regelmässigen und dichten Anordnung von sehr in die Breite gezogenen gehöften Tüpfeln.

Die Zellwand zeigt, in manchen Fällen sehr deutlich, eine feinere Structur, die daher rührt, dass wasserreichere und wasserärmere Partien regelmässig abwechseln; es tritt dies auf dem Quer- und Längsschnitt als concentrische Schichtung (s. Fig. 27), auf der Flächenansicht als Streifung hervor.

Die dünnen Zellhäute bestehen der organischen Substanz nach in der Regel ganz und gar aus Cellulose, welche durch Jod und Schwefelsäure eine blaue Färbung annimmt; an dickeren Membranen aber findet man sehr häufig, dass bestimmte Partien, welche schalenartig umeinandergelagert sind, aus veränderter Cellulose bestehen. Diese Veränderungen sind im Allgemeinen von dreierlei Art:

1) Die verkorkte (cuticularisirte) Zellhaut ist dehnbar, sehr elastisch, von Wasser nur sehr schwer durchdringbar, färbt sich mit Jod und Schwefelsäure gelb (z. B. an Oberhautzellen, Kork, Pollenkörnern, Sporen);

2) die verholzte Haut ist hart, wenig dehnbar, für Wasser leicht durchdringbar, aber ohne bedeutende Aufquellung, färbt sich mit Jod und Schwefelsäure ebenfalls gelb (z. B. Holzzellen);

3) die verschleimte Zellwand ist im trockenen Zustand hart oder hornartig, nimmt grosse Mengen von Wasser unter bedeutender Volumvermehrung auf und wird dadurch gallertartig und schleimig; sie färbt sich mit Jod und Schwefelsäure meist blau (z. B. Leinsamen, Quittenschleim).

Diese Veränderungen können entweder einzeln oder selbst mehrere zugleich in den verschiedenen Schichten einer Zellwand vorkommen.

Auch mineralische Stoffe werden beim Wachsthum oft in grösserer Menge in die Zellhaut eingelagert, besonders Kalksalze und Kieselsäure, und zwar häufig zwischen die kleinsten Theilchen der Hautsubstanz, so dass sie nicht unmittelbar wahrgenommen werden können, sondern beim Verbrennen als ein die Form der Zelle beibehaltendes Skelet zurückbleiben (z. B. die Kieselsäure in den Stengeln der Gräser und Schachtelhalme); der kohlensaure Kalk ist bisweilen in krystallinischer Form (z. B. in der Oberhaut der Urticeen), der oxalsaure Kalk auch in Form von schön ausgebildeten Krystallen vorhanden (s. § 18, Fig. 34).

§ 13. **Das Protoplasma** besteht hauptsächlich aus Eiweissstoffen, Wasser und geringen Mengen von Aschenbestandtheilen; da es alle Lebensäusserungen und Ernährungsvorgänge der Zelle vermittelt, enthält es natürlich zeitweise in seinem Innern alle übrigen chemischen Bestandtheile des Pflanzenkörpers. Es erscheint bald homogen, durchsichtig, bald aber auch mehr oder weniger mit Körnchen, Fetttröpfchen oder Stärkekörnchen erfüllt, und seiner Consistenz nach als zähe Masse, manchmal steif, selbst fast flüssig, ist aber niemals eine wahre Flüssigkeit. Wo das Protoplasma Körnchen enthält, zeigt es eine äussere körnchenfreie, oft ausserordentlich dünne Schicht, die Hautschicht. In seinem Innern sammelt sich ein Theil des Wassers, von dem es durchtränkt ist, als Vacuolen an; wenn diese zusammenfliessen zu einem den grössten Theil der Zellhöhlung einnehmenden Saft Raum (s. Fig. 22 Cs), so bildet das Protoplasma nur noch einen der Wand anliegenden Sack, den Primordialschlauch. — Während das lebende Protoplasma in Wasser gelöste Farbstoffe weder aufnimmt, noch durch sich hindurchgehen lässt, hindert das todte Protoplasma die Diffusion derselben nicht, und lagert sie selbst in grösserer Menge in sich ein.

Der Zellkern gehört seiner Substanz und Lage nach als wesentlicher Theil zum Protoplasma; er fehlt nur gewissen Gruppen niedrigerer Pflanzen (vielfach den Pilzen und einigen Algen); in seinem Innern enthält er ein oder mehr noch viel kleinere Kernchen, die sog. Kernkörperchen (Fig. 22 *Akk*).

Zu den merkwürdigsten Erscheinungen gehören die sichtbaren Bewegungen des Protoplasma. In vielen Zellen sieht man entweder Strömchen vom Zellkern aus nach den übrigen Flächen des wandständigen Protoplasma hin verlaufen (*Circulation*), oder der ganze Protoplasmasack ist in einer die Zelle umlaufenden Bewegung begriffen (*Rotation*); nackte Primordialzellen, nämlich die Schwärmsporen und Spermatozoiden, schwimmen lebhaft im Wasser, in welchem sie leben, umher und drehen sich dabei fortwährend um ihre eigene Axe; die sog. Plasmodien der Schleimpilze zeigen eine amöbenartige Bewegung, d. h. die nackte Protoplasma-masse von lappigem Umriss verändert fortwährend ihre Form, indem neue Lappen aus der Masse hervortreten, andere eingezogen werden, und bewegt sich dadurch auch langsam fort; gleichzeitig findet im Innern eine lebhafte Strömung der Körnchen statt.

§ 14. **Krystalloide.** Bisweilen nimmt ein Theil der protoplasmatischen Substanz krystallähnliche Formen an; es bilden sich Körper, welche von

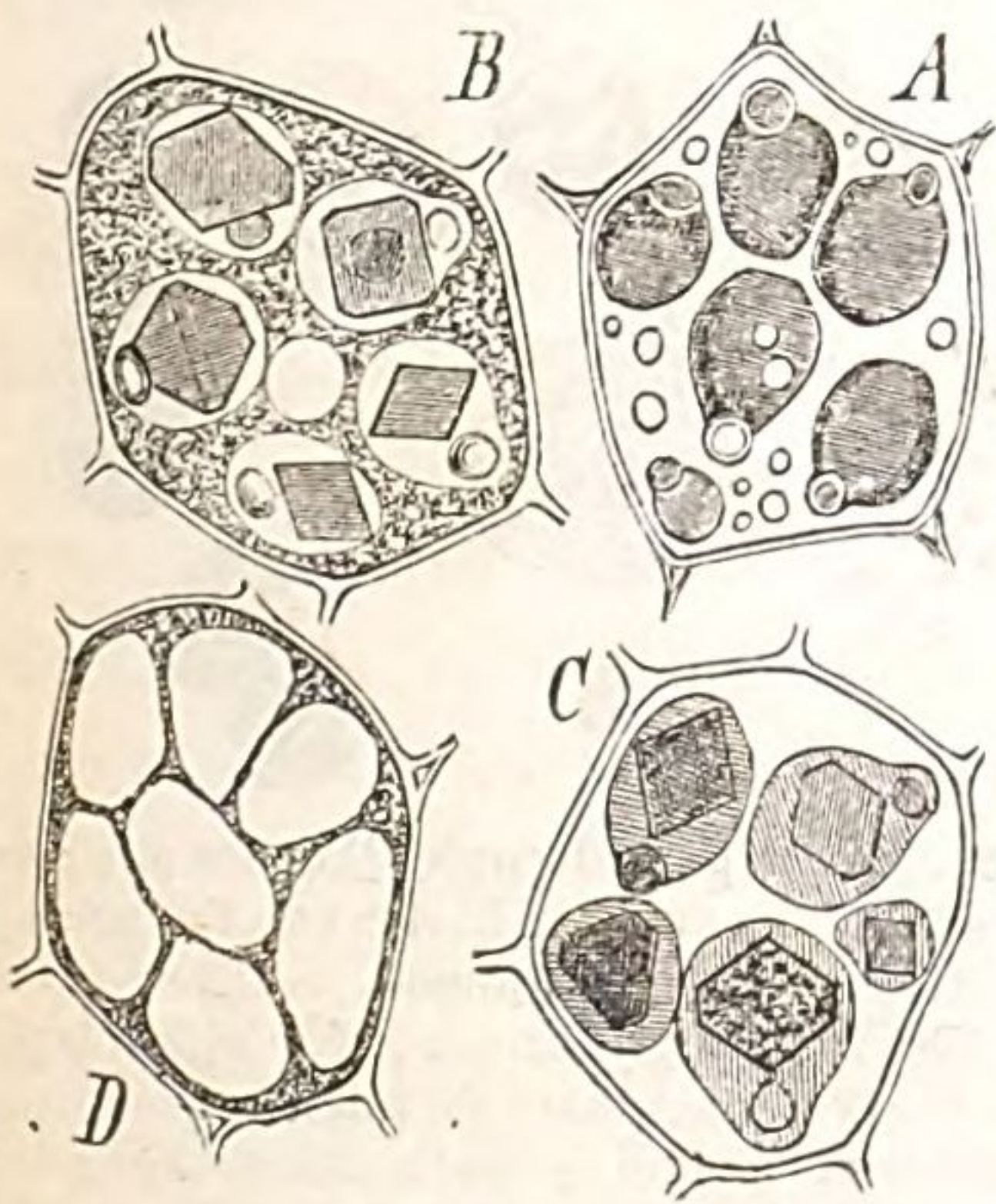


Fig. 28. Krystalloide in den Endospermzellen von *Ricinus communis* (800mal vergr.); bei *B* und *C* durch Behandlung mit verdünntem Glycerin sichtbar gemacht. *A* in dickem Glycerin; *D* durch Behandlung mit Schwefelsäure ist nur die Grundsubstanz zurückgeblieben. Bei *A*, *B* und *C* ist auch das Globoid sichtbar (nach *Sachs*).

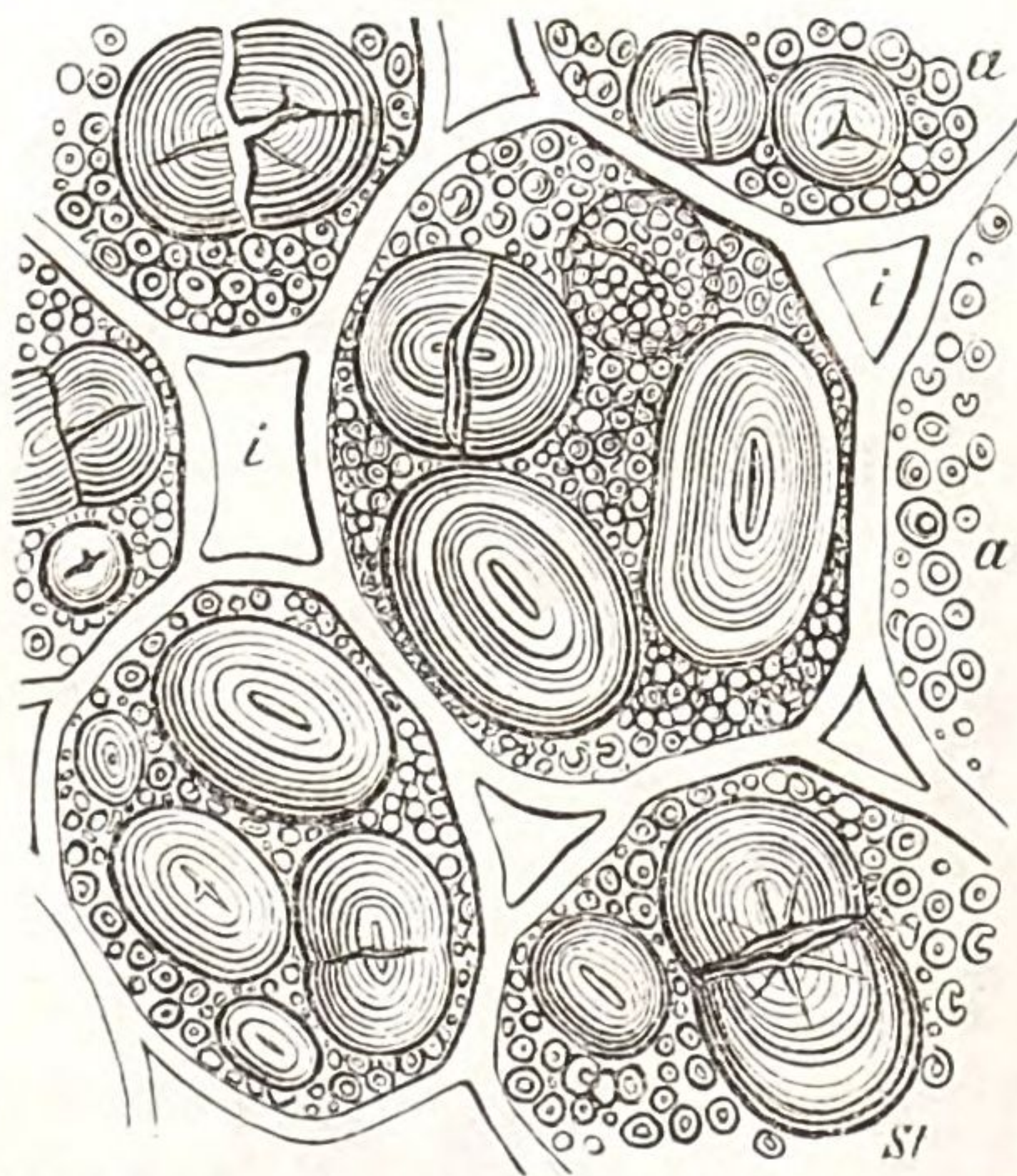


Fig. 29. Proteinkörner (*a*) in den Zellen des Keimes von *Pisum sativum*; die grossen Körner (*St*) sind Stärkekörner (nach *Sachs*).

ebenen Flächen, Kanten und Ecken begrenzt sind und gewissen Krystallen, meist Würfeln, Oktaedern, Tetraedern, Rhomboedern täuschend ähnlich sehen (Fig. 28); sie unterscheiden sich aber wesentlich dadurch von echten Krystallen, dass sie quellbar sind, d. h. unter Einfluss gewisser Lösungen ihr Volumen bedeutend vermehren. Solche Krystalloide finden sich

z. B. in manchen Kartoffelsorten, in fettreichen Samen, in rothen Meeresalgen u. s. w.

§ 15. **Proteinkörner.** In fettreichen Samen findet man das Protoplasma in der Weise gruppirt, dass in einer aus Eiweissstoffen und Fett bestehenden Grundmasse kugelige Körnchen von verschiedener Grösse, die Protein- oder Aleuronkörner, eingebettet sind. Diese Körner bestehen aus eiweissartiger Substanz und enthalten fast immer Einschlüsse, theils die oben erwähnten Krystalloide (Fig. 28 C), theils eigenthümliche runde Körperchen, die Globoide, welche aus einer Verbindung einer gepaarten Phosphorsäure mit Kalk und Magnesia bestehen. Diese Einschlüsse kommen je nach den Pflanzenarten einzeln oder zugleich vor. Das in der Grundsubstanz enthaltene Fett wird aus vielen Samen, z. B. Raps, Sonnenrose, Ricinus, durch Auspressen gewonnen. In stärkereichen Samen sind die Zwischenräume zwischen den grossen Stärkekörnern von ähnlichen, aber sehr kleinen Körnern ausgefüllt (Fig. 29).

§ 16. **Chlorophyllkörper.** Die grüne Färbung der meisten Pflanzentheile rührt von grünen Körnchen her, den Chlorophyllkörnern, welche sich in gewissen Zellen vorfinden (Fig. 30). Dieselben bestehen aus einer

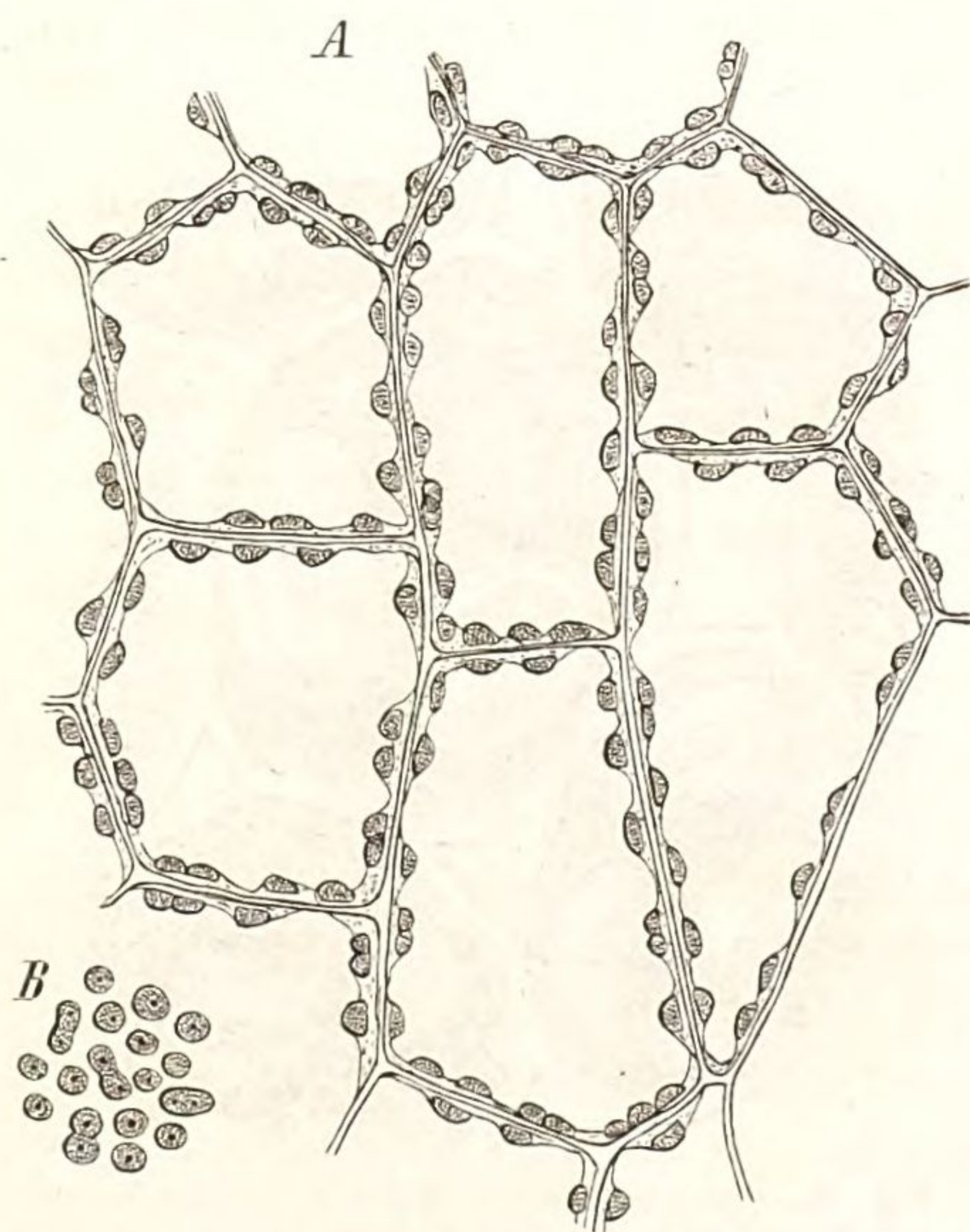


Fig. 30. Chlorophyllkörner im Protoplasma der Zellen eines Farnprothalliums. A im optischen Durchschnitt der Zellen; B Stück einer Zelle von der Fläche gesehen; einzelne Körner sind in Theilung begriffen (400mal vergr.).

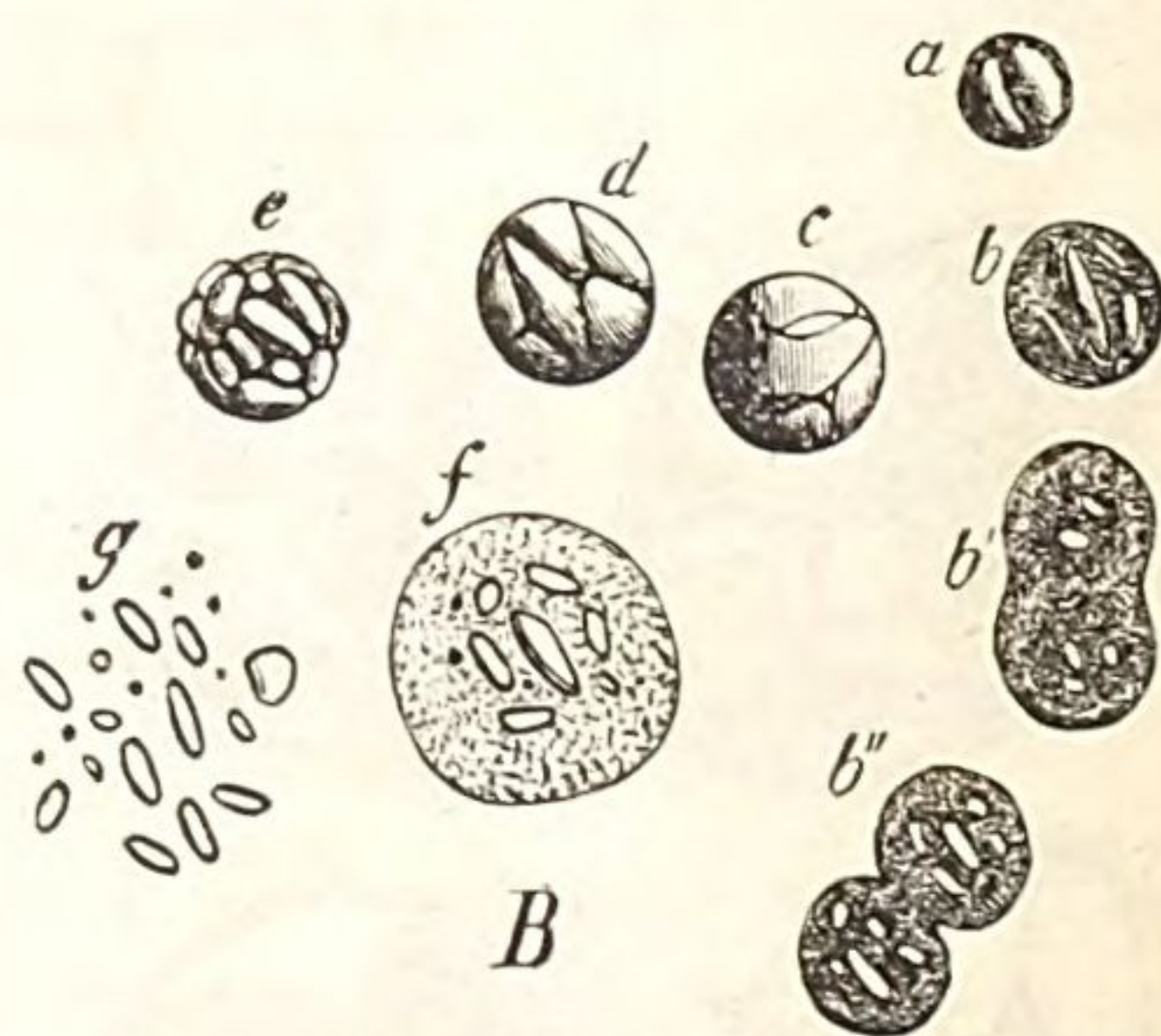


Fig. 31. Einzelne Chlorophyllkörner mit Stärkeeinschlüssen aus dem Blatte von *Funaria hygrometrica* (550). a ein junges, b älter, b' und b'' in Theilung begriffen; c, d, e alte Körner, deren Stärkeeinschlüsse fast den ganzen Raum einnehmen; f und g nach Einwirkung von Wasser, wobei die Substanz des Kornes zerstört wird und nur die Stärkeeinschlüsse unverändert bleiben (nach Sachs).

an sich farblosen Grundsubstanz und einer in derselben vertheilten kleinen Quantität grünen Farbstoffs, des Chlorophylls; wird dieses durch Lösungsmittel (z. B. Alkohol) ausgezogen, so bleibt das farblose Korn in Grösse und Form unverändert zurück. Die Körner sind immer dem Protoplasma eingebettet, und ihre Grundsubstanz ist nur ein bestimmt geformter Theil

des Protoplasma. Nicht immer hat dieser die Gestalt von Körnern; bei einigen der niedrigsten Pflanzen ist das ganze Protoplasma mit Ausnahme der Hautschicht grün gefärbt; bei einigen Algen hat der gefärbte Theil des Protoplasma die Form von Sternen (s. Fig. 76 A), Platten (s. Fig. 76 B, C), Spiralbändern (s. Fig. 40 cl); man bezeichnet diese grün gefärbten Protoplasmapartien daher allgemein als Chlorophyllkörper. Unter dem Einflusse des Sonnenlichts bilden sich im Innern der Chlorophyllkörper Einschlüsse von Stärkekörnchen, welche darin oft so stark anwachsen, dass die Substanz des Chlorophyllkorns nur noch als ungemein zarter Ueberzug der Einschlüsse erkennbar ist (Fig. 34). Im weiteren Verlaufe werden die Chlorophyllkörner wieder aufgelöst, so in den Zellen der Blätter vor dem Abfallen; es bleiben dann nur kleine gelbe Körnchen zurück.

Der grüne Farbstoff, das Chlorophyll, ist bei mehreren Algenfamilien noch mit anderen Farbstoffen gemengt, und das gefärbte Protoplasma erscheint dann blaugrün, olivengrün, ledergelb oder roth; hie und da geht der grüne Farbstoff selbst Veränderungen ein und wird gelb oder roth, womit auch öfters die Gestalt des Chlorophyllkörpers sich ändert; so beim Reifwerden mancher anfangs grüner, dann gelb oder roth werdender Früchte, z. B. des Liebesapfels *Lycopersicum esculentum*.

Den Chlorophyllkörpern nahe verwandt sind die Protoplasmakörper, welche mit einem gelben Farbstoffe tingirt sind und die gelbe Färbung vieler Blüthen, z. B. des Löwenzahnes *Taraxacum officinale* bedingen.

In vielen Fällen wird die grüne Farbe der Pflanzentheile für das blosse Auge verdeckt durch andere Farbstoffe, welche ausser den Chlorophyllkörpern sich gelöst im Zellsaft vorfinden, so an den Blättern von *Amarantus*, des wilden Weines zu Ende des Sommers u. s. w.

§ 17. **Die Stärkekörner** sind kleine, meist runde, ovale oder linsenförmige, harte Körnchen, welche aus Stärkesubstanz, Wasser und kleinen Mengen von unverbrennlichen Stoffen bestehen und sich in gewissen Zellen fast aller Pflanzen vorfinden: sehr reich daran sind z. B. die Kartoffelknollen, die Samen der Getreidearten und Hülsenfrüchte; aus diesen Pflanzentheilen werden sie durch Auswaschen gewonnen und stellen dann für das blosse Auge ein weisses Mehl dar, welches als Stärke oder Stärkemehl bekannt ist. Die Stärkesubstanz oder *Amylum* gehört, gleich der Cellulose, zu den Kohlehydraten; es lässt sich jedoch zeigen, dass in jedem Korn zwei Stoffe gemengt sind, von denen der eine, Granulose, sich durch Speichel oder verdünnte Säuren ausziehen lässt, während der andere, Stärkcellulose genannt, als Skelet des Kornes zurückbleibt; erstere wird durch Jod ohne Weiteres blau gefärbt. Durch Kochen mit Wasser oder auch durch Behandlung mit Kali; Säuren quellen die Körner sehr stark auf und werden zu Kleister. — Die Substanz des Stärkekorns ist immer um einen Kern geschichtet, und diese Schichtung ist, wie bei den Membranen, der Ausdruck regelmässiger Abwechslung von wasserreichen und wasserarmen Partien; der Kern ist der wasserreichste Theil des ganzen Kornes. Von frühester Jugend an sind die Stärkekörner feste, solide Körperchen; so lange sie wachsen, sind sie immer dem Protoplasma ein-

gebettet; erst später treten sie in den Zellsaft über. Das Wachstum findet nicht durch Auflagerung neuer Schichten statt, sondern dadurch, dass zwischen die kleinsten Theilchen neue Substanz eingelagert wird. Ausser den einfachen Körnern (Fig. 32 *A*) kommen auch zusammengesetzte vor,

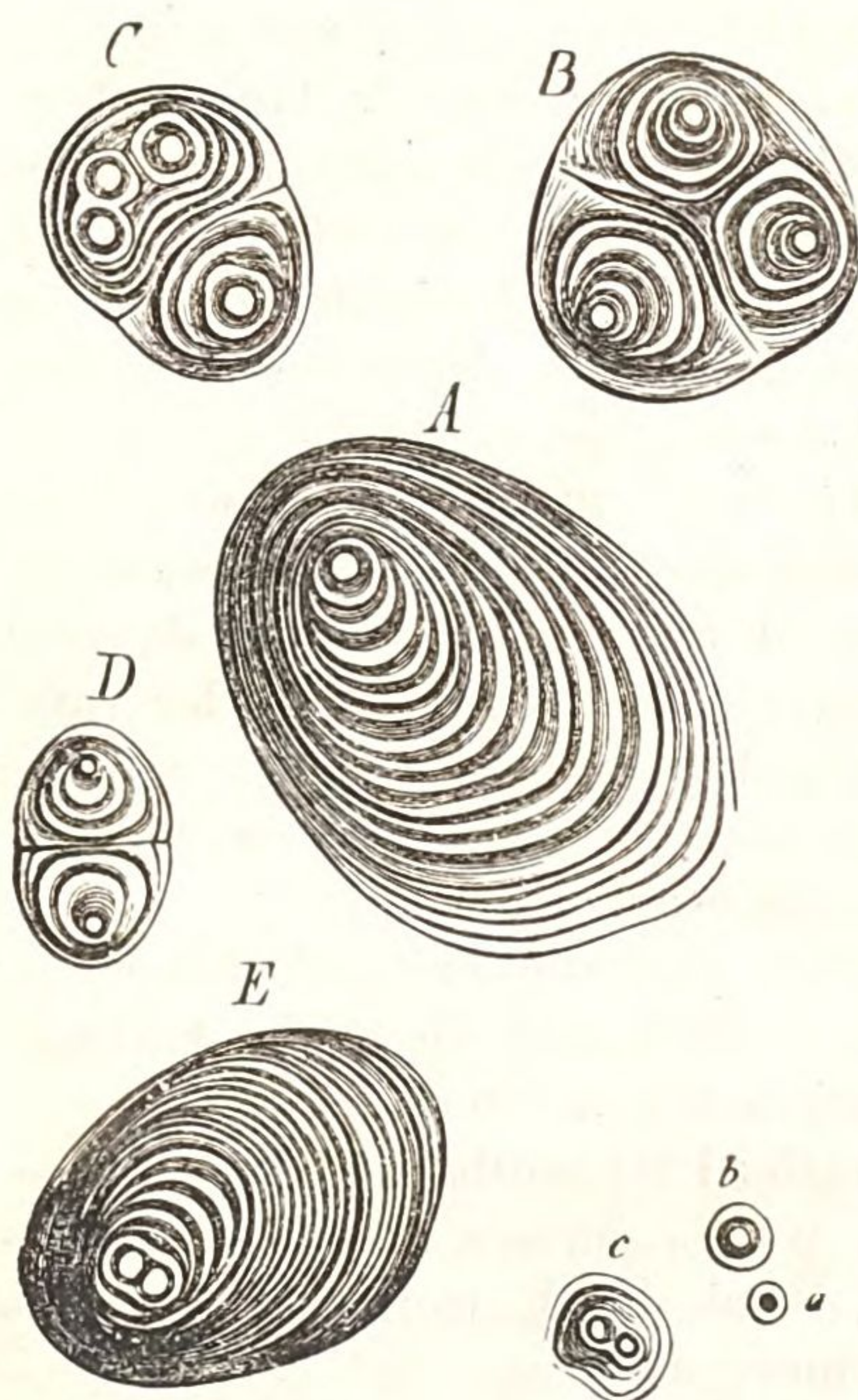


Fig. 32. Stärkekörner aus einer Kartoffelknolle (S00). *A* ein älteres einfaches Korn; *B* ein halb zusammengesetztes Korn, *C*, *D* ganz zusammengesetzte Körner; *E* ein älteres Korn, dessen Kern sich getheilt hat; *a* ein sehr junges Korn, *b* ein älteres, *c* noch älter mit getheiltem Kern (nach Sachs).

welche dadurch entstehen, dass in einem vorhandenen Korne mehrere Kerne mit Schichtensystemen auftreten (Fig. 32 *D*); sind dabei die äusseren, gemeinschaftlich umhüllenden Schichten von beträchtlicher Dicke, so heissen sie halbzusammengesetzt (Fig. 32 *B*). Durch Druck lassen sich die zusammengesetzten Körner in ihre einzelnen Theilkörner zerlegen. Diesen sehr ähnlich sind die sog. unächt zusammengesetzten Körner, welche durch gegenseitigen Druck zu einem aus mehreren einzelnen Körnern bestehenden Klumpen gleichsam zusammengeklebt sind, wie z. B. die in den Chlorophyllkörnern enthaltenen (Fig. 34). Die Stärkekörner werden in der Pflanze erzeugt, um später beim Wachstum und Stoffwechsel verbraucht zu werden, und sehr häufig in gewissen Organen (wie Samen, Wurzeln, Knollen) längere Zeit aufgespeichert; wenn sie dann beim Keimen oder Austreiben zur Verwendung gelangen, werden sie wieder aufgelöst. Die Form dieser abgelagerten Stärkekörner ist für die

einzelnen Pflanzen charakteristisch; so sind z. B. die der Kartoffel (Fig. 32) excentrisch-oval, die der Hülsenfrüchte (Fig. 29) concentrisch-oval, die des Roggen-, Weizen- und Gerstenmehls linsenförmig.

§ 18. **Krystalle** finden sich sehr häufig in Pflanzenzellen; nur wenige bestehen aus kohlensaurem Kalk, so die krystallinen Körnchen im Protoplasma der Schleimpilze, und die krystallinen Einlagerungen der Zellwand bei vielen Urticeen, welche meist besondere keulenförmig ins Innere der Zelle vorspringende Wandverdickungen einnehmen (Cystolithen). Alle anderen bisher bekannten Krystalle bestehen aus oxalsaurem Kalk, welcher je nach seinem Gehalt an Krystallwasser in zwei Systemen krystallisirt; dem einen (quadratischen) gehören die Octaeder (Fig. 33 *k*) an, dem anderen (klinorhombischen) die nadel- und spiessförmigen Krystalle, die sog. *Rhaphiden*, welche besonders bei Monocotyledonen häufig zu grossen Bündeln vereinigt vorkommen. Ausser einzelnen gut ausgebil-

deten Krystallen sind auch Drusen (Fig. 33 *dr*) sehr verbreitet. Diese Krystalle finden sich sowohl im Protoplasma, aus welchem sie später in den Zellsaft gelangen (Fig. 33), als in der Membran, besonders bei Nadel-

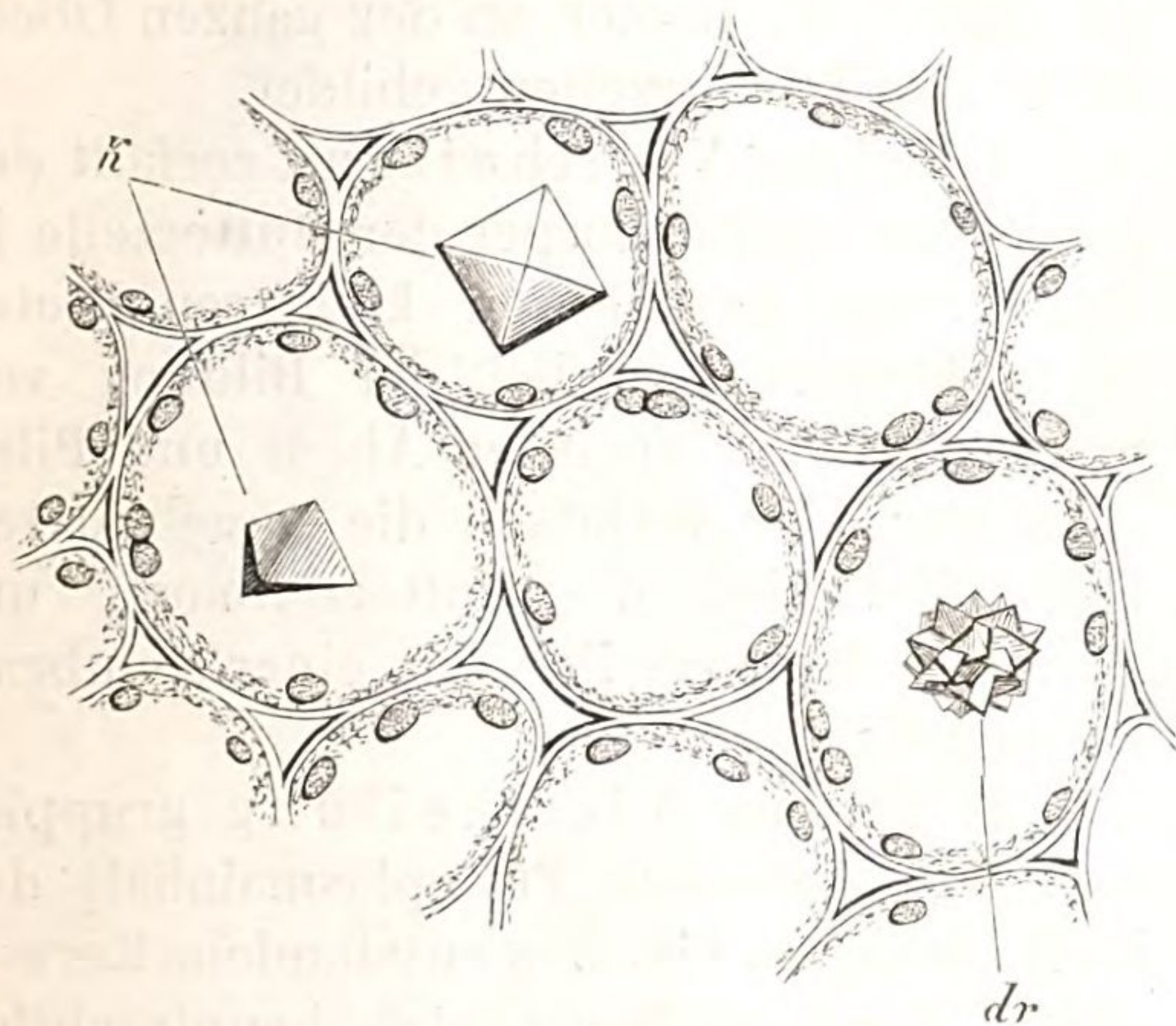


Fig. 33. Krystalle von oxalsaurem Kalk in den Zellen des Blattstiels einer Begonia (200 mal), *k* einzelne Krystalle, *dr* Druse.

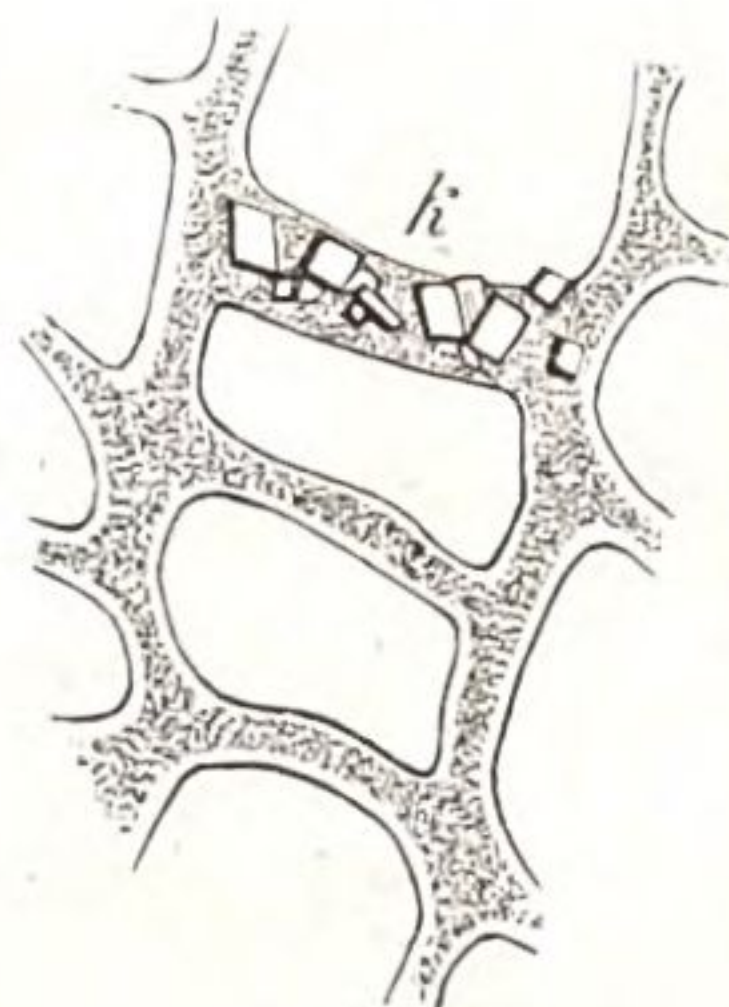


Fig. 34. Krystalle von oxalsaurem Kalk in der Wand der Bastzellen von *Cephalotaxus Fortunei* (600) (nach Solms).

hölzern (Fig. 34), sowie auch bei den Flechten auf der freien Aussenseite der Zellwände.

§ 19. **Der Zellsaft** durchtränkt die Membran, das Protoplasma, überhaupt alle organisierten Gebilde der Zelle und sammelt sich ausserdem im Innern des Protoplasma zu Vacuolen oder auch zu einem grossen Saft Raum an; er stellt eine wässrige Lösung verschiedener Stoffe dar; Salze fehlen darin niemals; in gewissen Zellen mancher Pflanzen (z. B. des Zuckerrohrs, des Ahorns, der Runkelrübe) enthält er sehr viel Rohrzucker, welcher durch Reinigung daraus gewonnen wird; in den Zellen vieler Früchte wie der Weintraube u. a. enthält er viel Traubenzucker. Ausserdem finden sich darin Gerbstoffe, in manchen Pflanzen Inulin, Säuren, wie Aepfelsäure in den Aepfeln und anderen Früchten, Citronensäure in den Citronen, ferner die Farbstoffe der meisten rothen und blauen Blüten (Erythrophyll und Anthocyan) und vieler Früchte (z. B. Kirsche, Holler) und viele andere Stoffe.

§ 20. **Die Entstehung der Zellen** findet immer in der Weise statt, dass in einer bereits existierenden Zelle, der Mutterzelle, das ganze Protoplasma oder ein Theil desselben sich neugestaltet. Wir unterscheiden zwei Hauptarten der Zellbildung:

I. In wachsenden vegetativen Organen findet eine Fächerung der Zelle statt, indem deren gesamter Protoplasma Körper, ohne sich abzurunden oder zusammenzuziehen, sich in zwei neue spaltet, wobei an Stelle des alten Zellkerns dicht neben einander zwei neue auftreten und eine neue Membran sich nur an der Trennungsfläche der beiden neuen Protoplasma Körper bildet (Fig. 35). Diese Membran bildet sich gewöhnlich an allen Punkten der Trennungsfläche gleichzeitig; nur bei einzelnen niederen Algen (z. B. Spirogyra) wächst sie ringförmig von aussen nach innen.

II. Die Bildung der Zellen, welche zur Fortpflanzung dienen (s. §. 55), ist immer mit Abrundung vor oder während der Bildung der neuen Wand verbunden; diese letztere wird, wenn auch oft erst spät, immer an der ganzen Oberfläche der Tochterzellen gebildet.

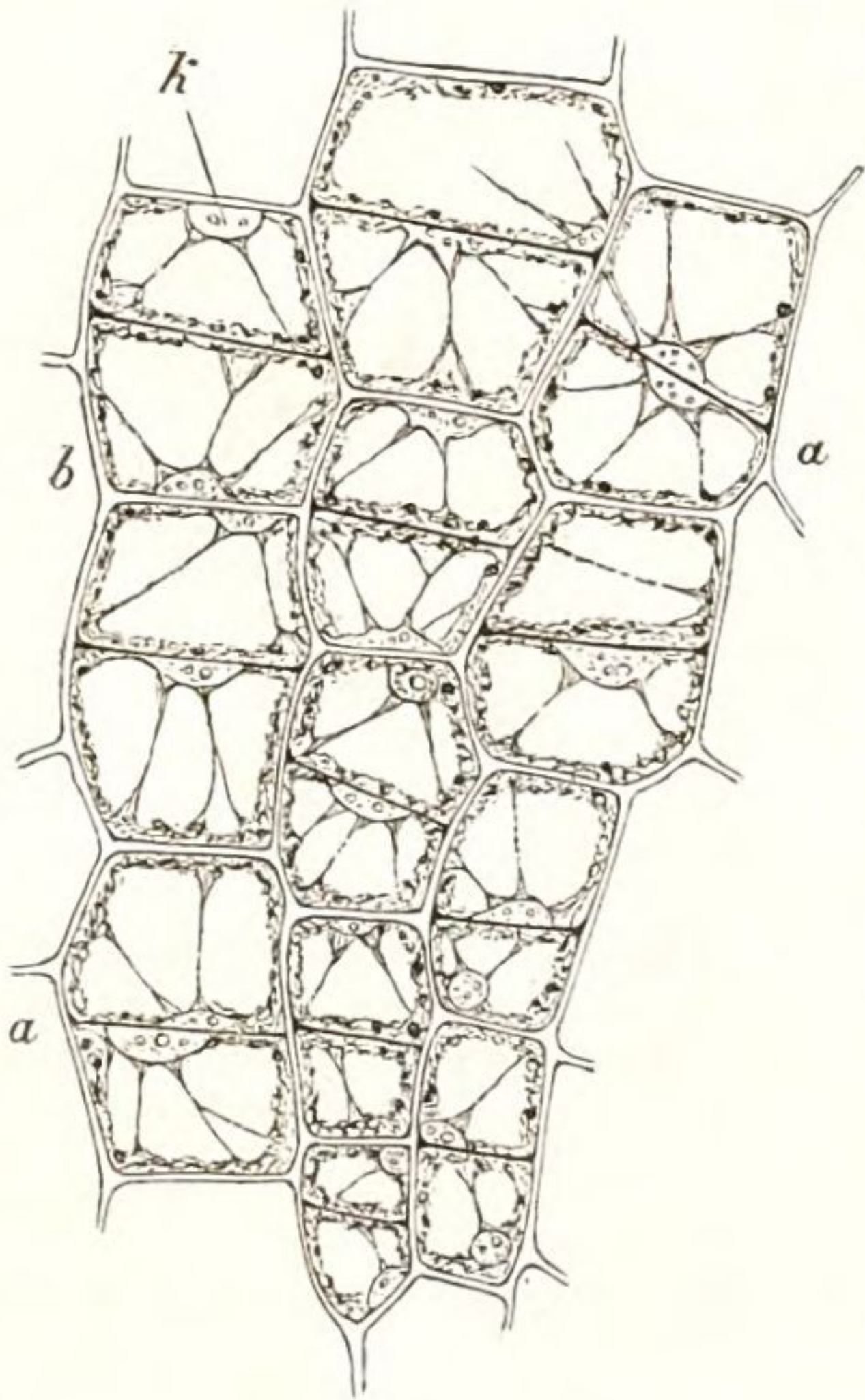


Fig. 35. Zelltheilung in der Rinde des wachsenden Stengels von *Vicia Faba* (300); bei *a* hat die Theilung eben stattgefunden; der Kern (*k*) liegt noch an der neuen Wand; bei *b* hat er sich schon an die ältere Wand zurückgezogen.

1) Bei der Vieltheilung zerfällt der ganze Protoplastkörper der Mutterzelle in eine grosse Anzahl von kleineren Protoplastkörpern, so bei der Bildung von Schwärmzellen mancher Algen und Pilze (Fig. 38); hier verlassen die so gebildeten Primordialzellen die Mutterzellhaut, um sich nach längerer Zeit mit einer Membran zu umgeben.

2) Bei der Viertheilung gruppirt sich der gesamte Protoplastinhalt der Mutterzelle um vier neu entstandene Kerne; dieser Vorgang findet sich hauptsächlich bei der Pollenbildung der Phanerogamen (Fig. 36) und Sporenbildung der Moose und Gefässkryptogamen.

3) Bei der Verjüngung zieht sich der gesamte Protoplastkörper der Mutterzelle zusammen und gestaltet sich neu zum Protoplastkörper der Tochterzelle, der sich später wieder mit einer Membran umgibt. In dieser Weise bildet sich die

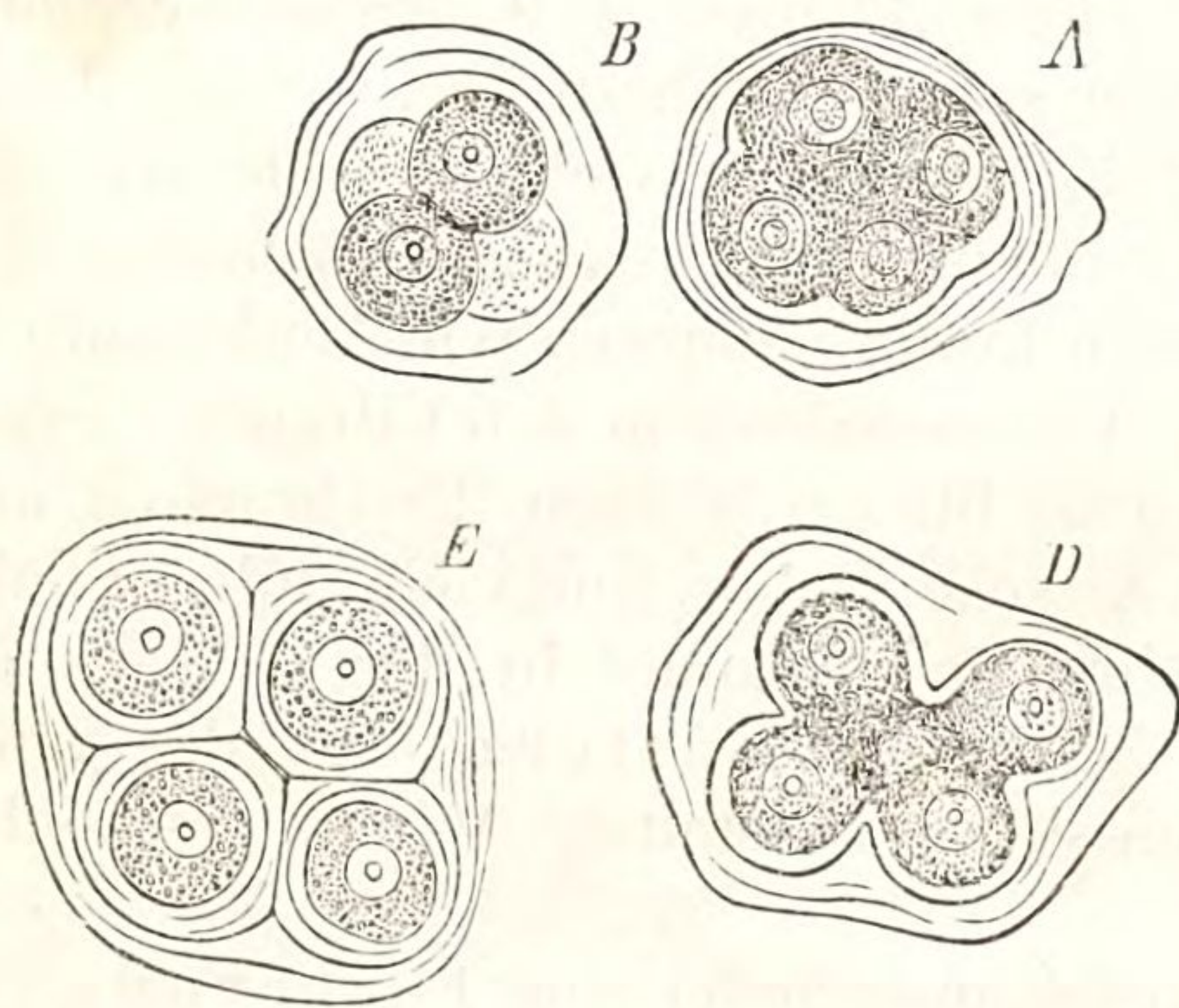


Fig. 36. Viertheilung der Pollenmutterzellen von *Althaea rosea*. Bei *A* und *B* fängt die Sonderung des Plasmas in vier Theile an; in *D* ist die Membranbildung schon weit vorgeschritten, in *E* vollendet (nach *Sachs*).

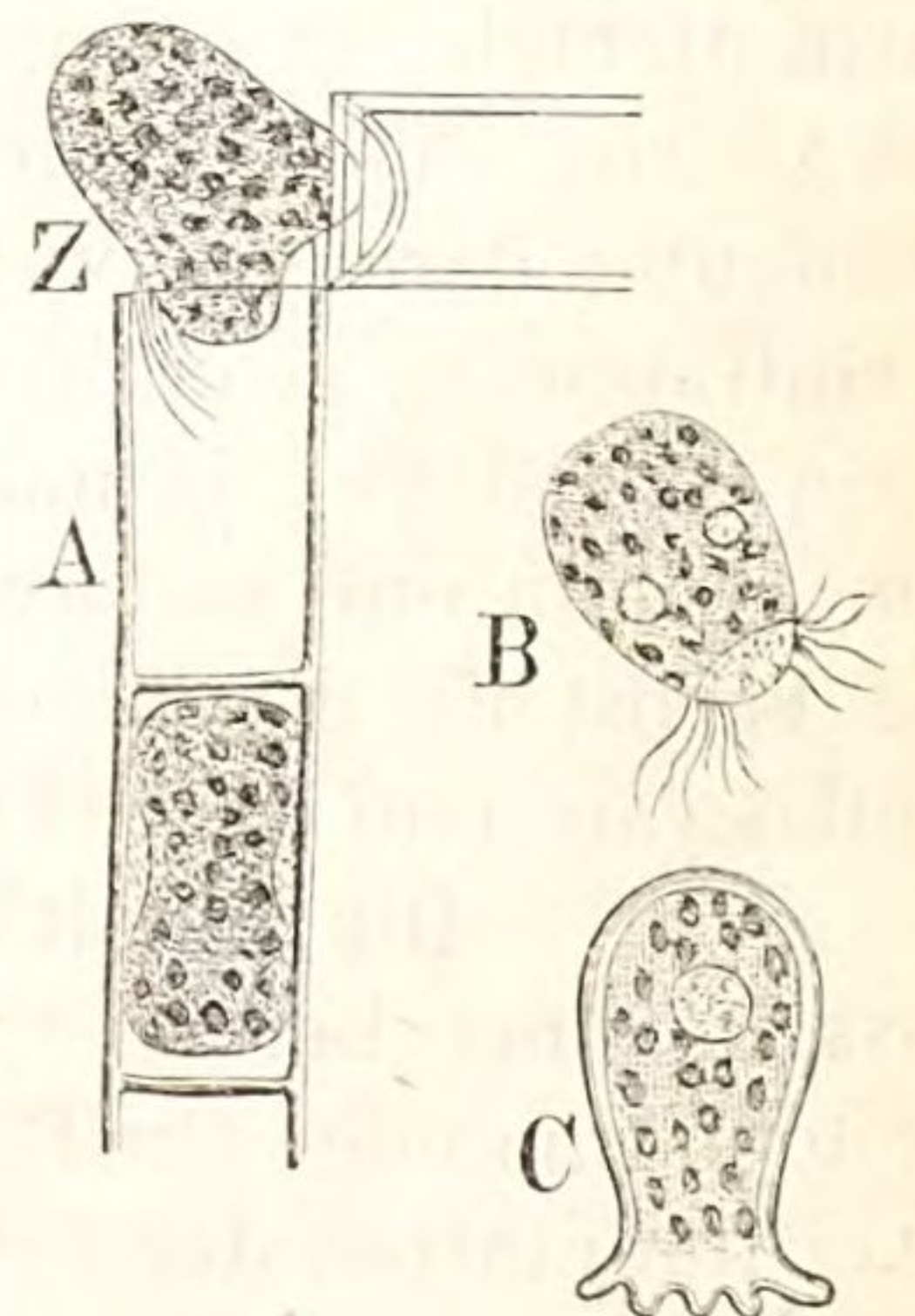


Fig. 37. Verjüngung bei der Schwärmsporenbildung von *Oedogonium*. *A* Stück eines Fadens; in der unteren Zelle fängt das Protoplasma eben an sich zusammenzuziehen, in der oberen tritt es als verjüngte Primordialzelle (*Z*) eben aus. *B* schwärmende Spore, *C* Beginn der Keimung (350).

eine Schwärmspore bei manchen Algen, als *Vaucheria*, *Stigeoclonium*, *Oedogonium* (Fig. 37), sowie die Eizellen der Kryptogamen.

4) Die freie Zellbildung besteht darin, dass sich im Protoplasma-körper der Mutterzelle einzelne Partien zu neuen Zellen gestalten und mit Membran umgeben, während der Rest als Protoplasma der noch fortleben-

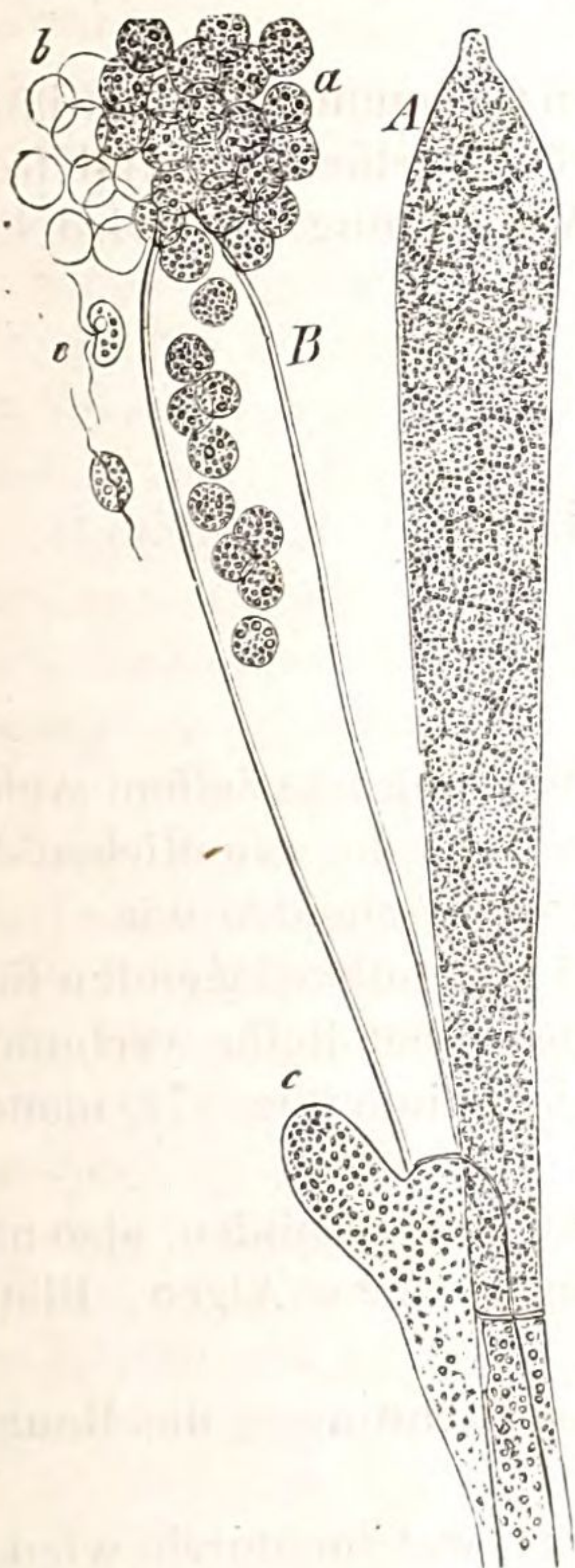


Fig. 38. Vieltheilung bei der Schwärm-sporenbildung von *Achlya* (550) (nach Sachs).

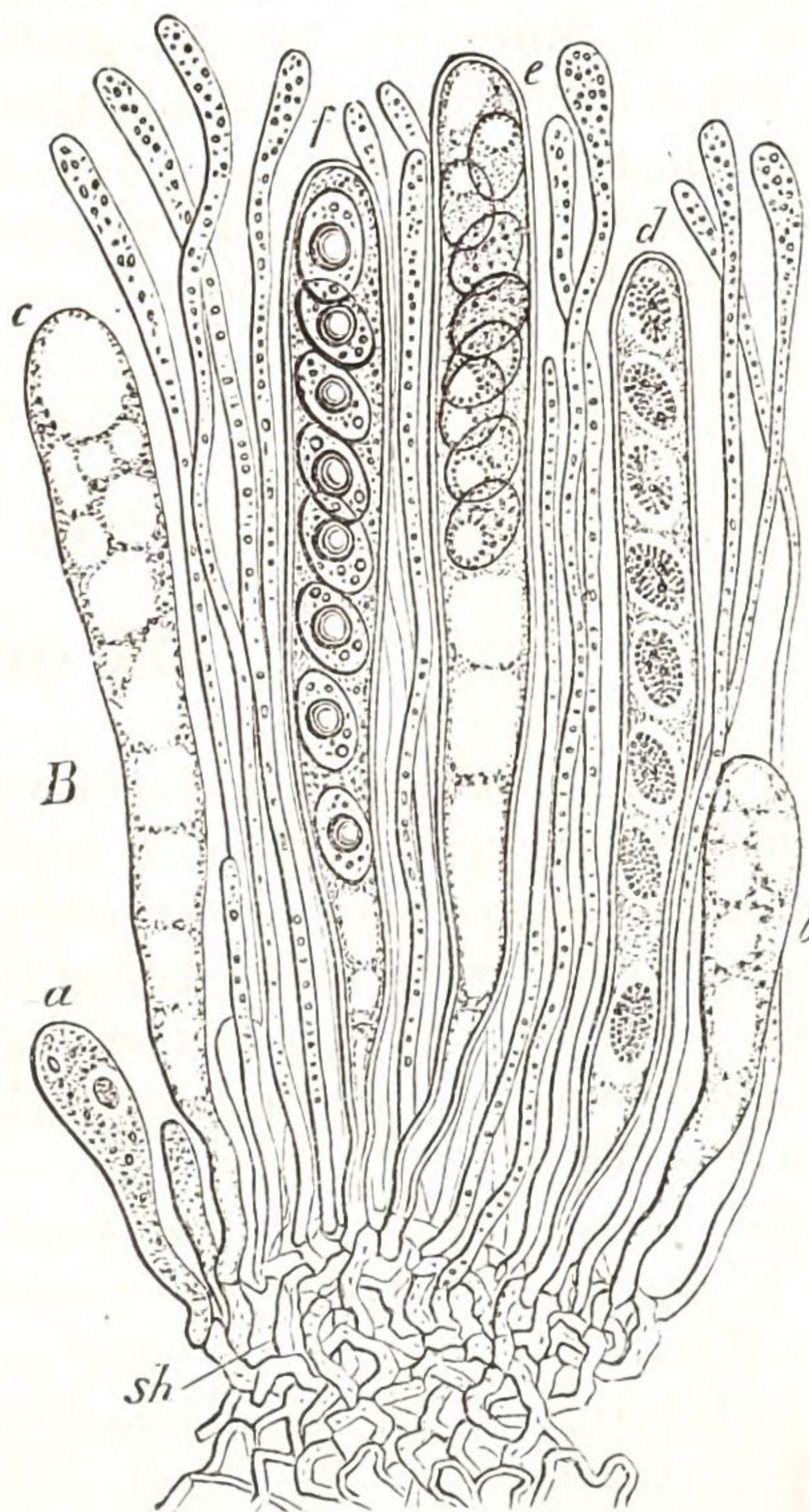


Fig. 39. Freie Zellbildung in den Schläuchen von *Peziza convexula*. *a—f* Entwicklungsfolge der Schläuche und Sporen (nach Sachs). (550).

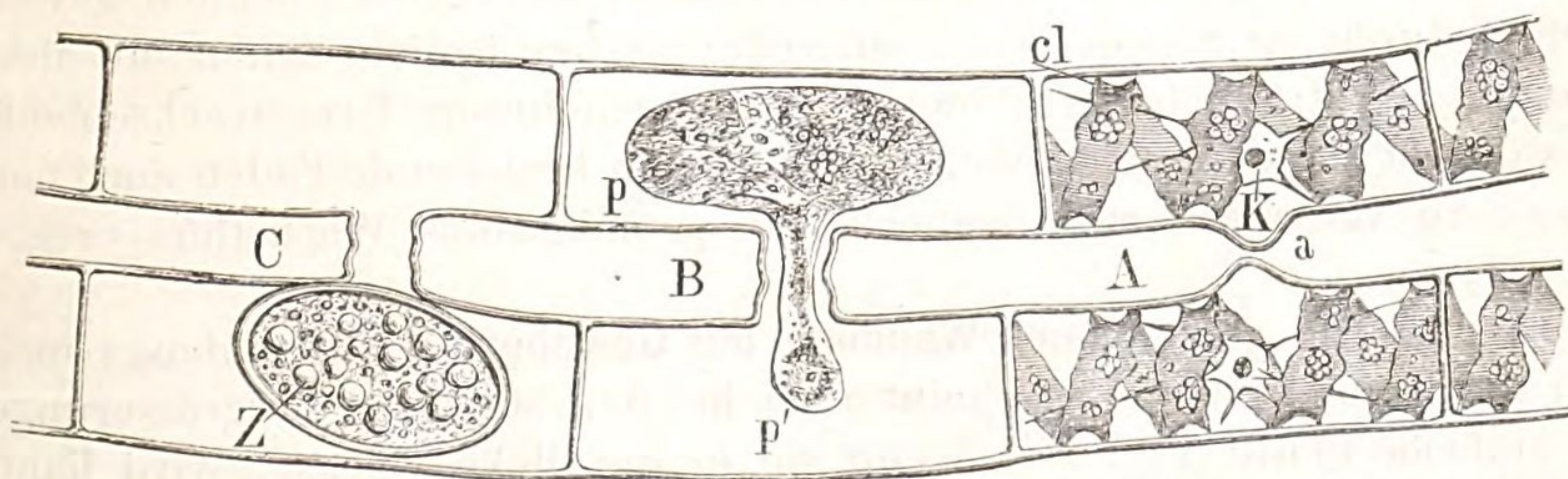


Fig. 40. Conjugation der Zellen von *Spirogyra* (400). *A* die Zellen zweier Fäden, welche sich eben zur Conjugation vorbereiten und bei *a* Fortsätze gegeneinander treiben; man erkennt den spiralbandförmigen Chlorophyllkörper *cl* und den Zellkern *K*. Bei *B* verschmilzt der Protoplastkörper *p'* der einen Zelle mit dem der andern *p*. Bei *C* eine fertig gebildete Zygospore *Z*.

den Mutterzelle verbleibt, z. B. bei der Bildung der Sporen in den sog. Schläuchen der Pilze (Fig. 39), des Endosperms und der Eizelle der Phanerogamen.

5) Bei der Conjugation oder Copulation verschmelzen die Proto-

plasmakörper zweier oder mehrerer Zellen miteinander, um eine neue, sich mit Membran umgebende Zelle, *Zygospore* genannt, zu bilden. Dieser Vorgang findet sich in seiner typischen Form bei einzelnen Gruppen der Algen (z. B. *Spirogyra*, Fig. 40) und Pilze.

Bei der Bildung der Zellen erfährt also deren Gesamtzahl nicht immer eine Vermehrung (nur bei der Fächerung, Viel-, Viertheilung und freien Zellbildung), sondern bleibt bisweilen gleich (Verjüngung), ja wird sogar verringert (bei der Conjugation).

Zweites Kapitel.

Die Gewebe.

§ 21. Als **Gewebe** bezeichnen wir jede Verbindung von Zellen, welche von gemeinsamem Wachsthum beherrscht wird. Nach der räumlichen Anordnung der unter einander verbundenen Zellen unterscheiden wir:

Zellreihen, wenn die Zellen nur mit zwei gegenüberliegenden Endflächen aneinanderstossend zu einem Faden oder einer Reihe verbunden sind (manche Algen, wie *Spirogyra* (Fig. 40), *Oedogonium* (Fig. 37), manche Haare (Fig. 62 *a, d*));

Zellflächen, wenn die Zellen eine einfache Schicht bilden, also nach zwei Richtungen des Raumes aneinanderstossen (manche Algen, Blätter vieler Moose);

Zellkörper, wenn die Zellen nach allen Richtungen des Raumes angeordnet sind.

Gewöhnlich bestehen die Gewebe aus Zellen, welche durch wiederholte Zweitheilung aus gemeinsamen Mutterzellen entstanden sind und schon durch die Art der Scheidewandbildung von Anfang an in Zusammenhang bleiben (Fig. 35); in einigen besonderen Fällen kommen Gewebe auch dadurch zu Stande, dass entweder vorher isolirte Zellen mit ihren Wänden nachträglich verschmelzen, um gemeinsam fortzuwachsen oder dass durcheinandergeflochtene, aus Zellreihen bestehende Fäden auch ohne immer zu verschmelzen, dennoch ein gemeinsames Wachsthum zeigen (Fig. 39 *sh*).

§ 22. **Die gemeinsame Wandung der Gewebezellen** ist anfangs meist sehr dünn und zart und erscheint auch bei den stärksten Vergrößerungen als einfache Platte (Fig. 35); wenn sie in die Dicke wächst, wird häufig eine mittlere Lamelle sichtbar (Fig. 44 *m*), welche sie in zwei, scheinbar den beiden Nachbarzellen angehörende Theile spaltet; diese **Mittellamelle** ist nichts anderes, als eine besonders ausgebildete Partie der ganzen, beiden Zellen gemeinsam angehörenden Wand. Ihr von der übrigen Wand abweichendes chemisches Verhalten bedingt es, dass man durch ihre Auflösung (in Salpetersäure und chlorsaurem Kali) die einzelnen Zellen von einander trennen kann. Wenn die gemeinsame Wand gleichartiger

Zellen Tüpfelbildungen besitzt, so treffen die Tüpfel beider Seiten genau aufeinander (Fig. 41 *t*); wenn jedoch einzelne Zellen eines Gewebes besondere Ausbildung erfahren, wie z. B. die Gefässe, so beschränkt sich deren ungleichmässige Membranverdickung nur auf die eine Seite der gemeinsamen Wand; für die spiralige Verdickung ist dies ohnehin selbstverständlich.

Einen besonders zu besprechenden Bau besitzen die behöften Tüpfel, welche den Wänden der Holzzellen der Nadelhölzer eigenthümlich sind. Hier ist die die beiderseitigen Tüpfelräume von einander trennende Membranplatte nicht in der Mitte, in der geraden Verlängerung der übrigen Zellwand ausgespannt, sondern legt sich auf der einen oder anderen Seite dem engeren Tüpfelcanale an (Fig. 42 *Bs*). Es kommt dadurch in der Wand ein linsenförmiger Hohlraum zu Stande, dessen Ausgang nur nach der einen Zelle hin

geöffnet ist; die ihn auf der anderen Seite abschliessende Membranplatte ist so zart, dass sie leicht übersehen werden kann. Die Entstehung dieser behöften Tüpfel erfolgt derart, dass die Wand ringsum eine dünnbleibende Stelle (die nachherige Schliesshaut) sich wallförmig verdickt, und rings um den Tüpfelraum eine Fortsetzung der Mittellamelle ausbildet (Fig. 42 *B, m*).

In gewissen Fällen werden Scheidewände der Gewebezellen ganz oder theilweise aufgelöst, so bisweilen die Membranplatte zwischen aufeinanderstossenden Tüpfeln. Die Bildung der Gefässe (s. u. § 25) erfolgt dadurch, dass in langen Reihen von Zellen die Querwände aufgelöst werden (s. oben Fig. 23 *C, a, b*) oder (besonders wenn diese schief zur Längsrichtung des Gefässes stehen), auf mannigfaltige Art durchbrochen werden. In ähnlicher Weise sind die Querwände (seltener einzelne Stellen der Längswände) der Siebröhren (s. unten §. 25 und Fig. 47 *B, sb*) von dichtgedrängten sehr feinen offenen Tüpfeln durchbrochen und werden als Siebplatten bezeichnet.

Die dünne Wandstelle, welche den Tüpfel in der Wand zwischen einem Gefäss und einer lebensfähigen Zelle trennt, fängt nicht selten an nachträglich zu wachsen und sich in den Hohlraum des Gefässes einzustülpen; solche in benachbarte Gefässe hineinwachsende Zellen, welche sich wieder theilen und selbst das ganze Gefäss ausfüllen können, werden als Thyllen bezeichnet und finden sich häufig in vielen Hölzern.

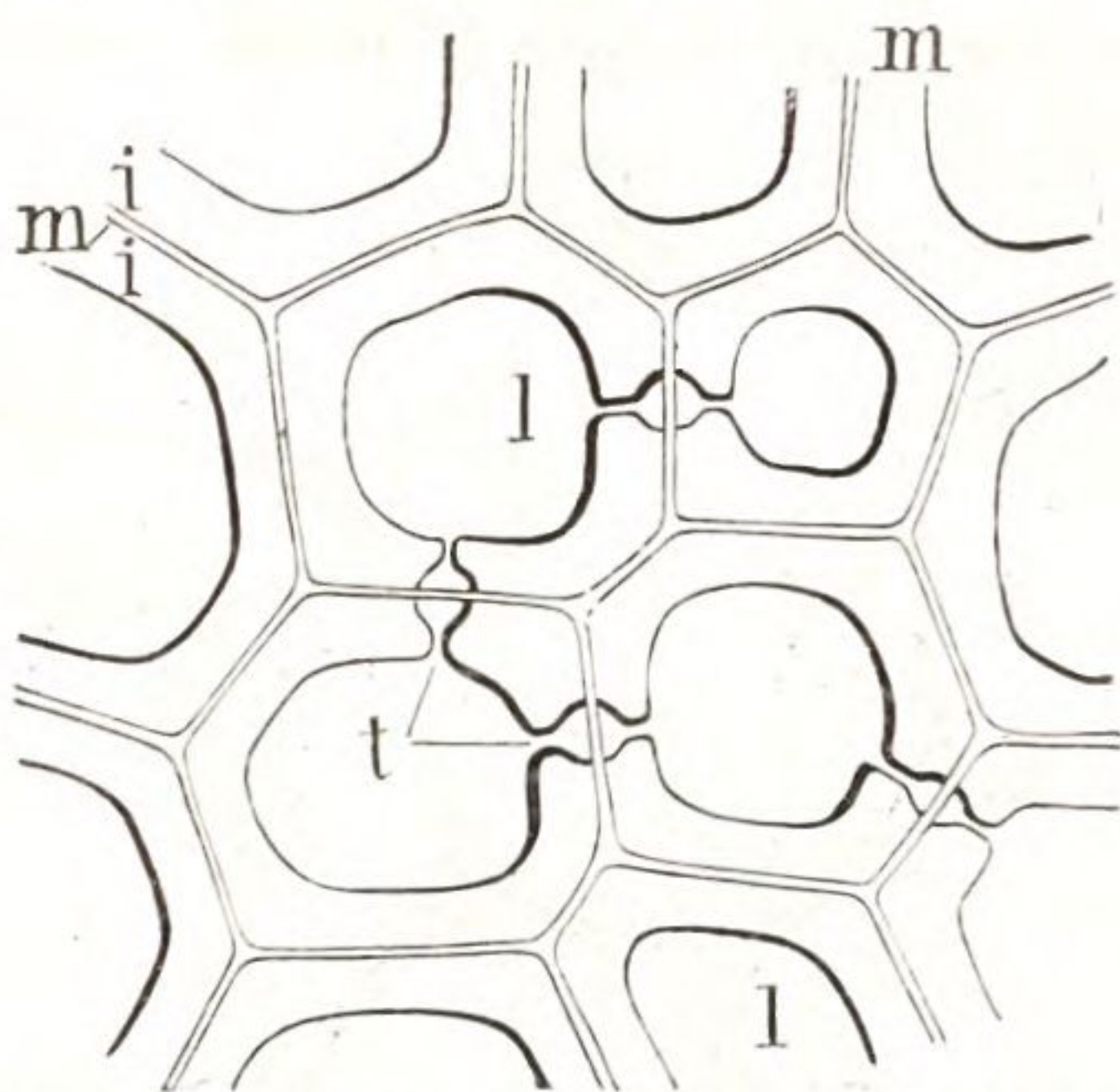


Fig. 41. Mittellamelle (*m*) auf dem Querschnitt der Rindenzellen von *Trichomanes speciosum*, einem Farnkraut (500mal vergr.); *i* neben der Mittellamelle liegende Hautsubstanz; *l* Zellhohlraum; *t* gehöftes Tüpfel, die in den benachbarten Zellen aufeinandertreffen; deren beiderseitige Tüpfelräume sind durch die Mittellamelle voneinander getrennt.

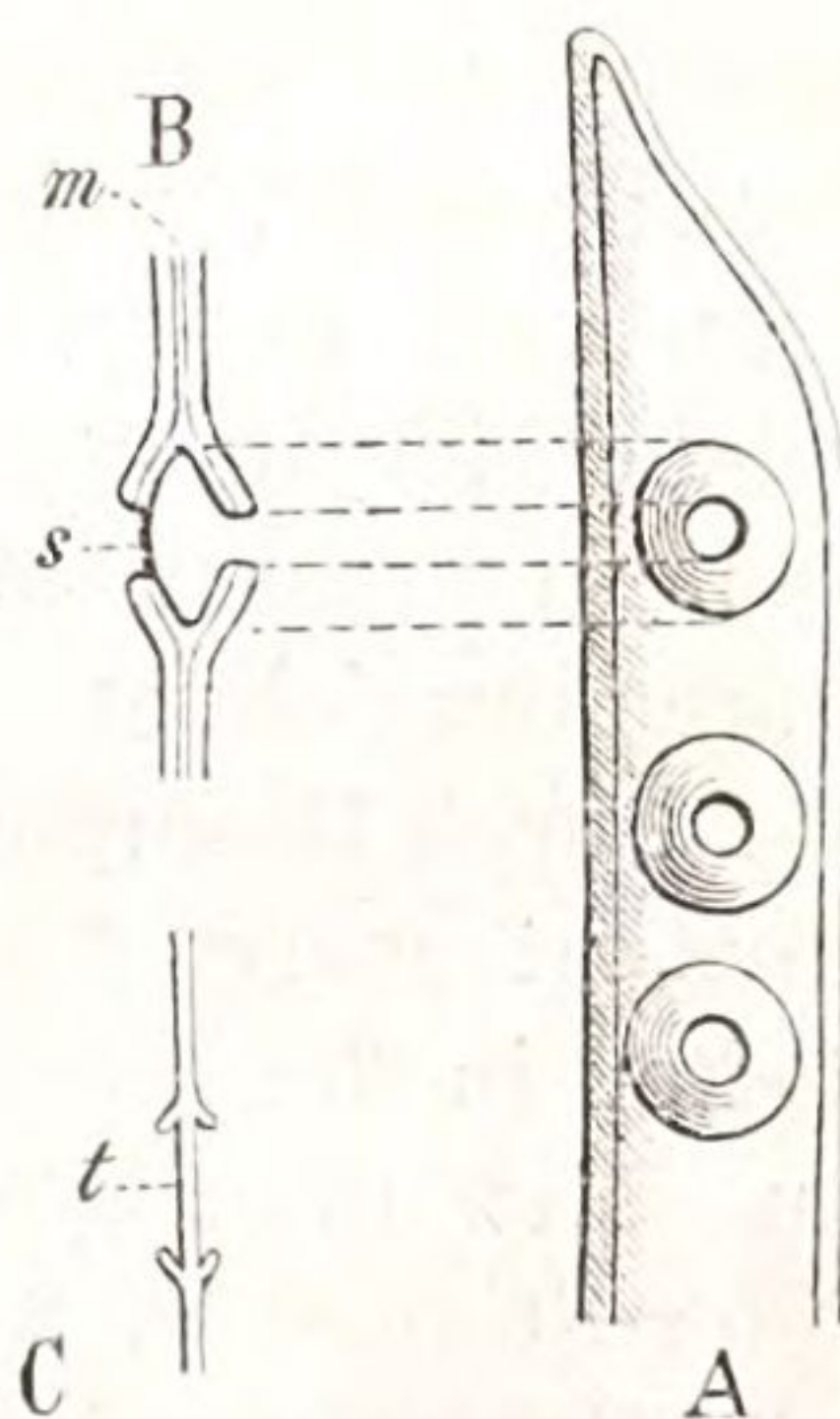


Fig. 42. Behöftes Tüpfel an den Holzfasern der Kiefer, *A* von der Fläche, *B* im Durchschnitte gesehen, *s* die Schliesshaut, *m* die Mittellamelle, *C* junger Zustand im Durchschnitte, *t* die Anlage des Tüpfels (500, etwas schematisirt).

§ 23. **Intercellularräume** oder Zwischenzellräume sind Lücken im Gewebe, welche zwischen zwei oder mehr Zellen auftreten und auf zweierlei Weise entstehen können: entweder durch theilweise Spaltung der gemeinsamen

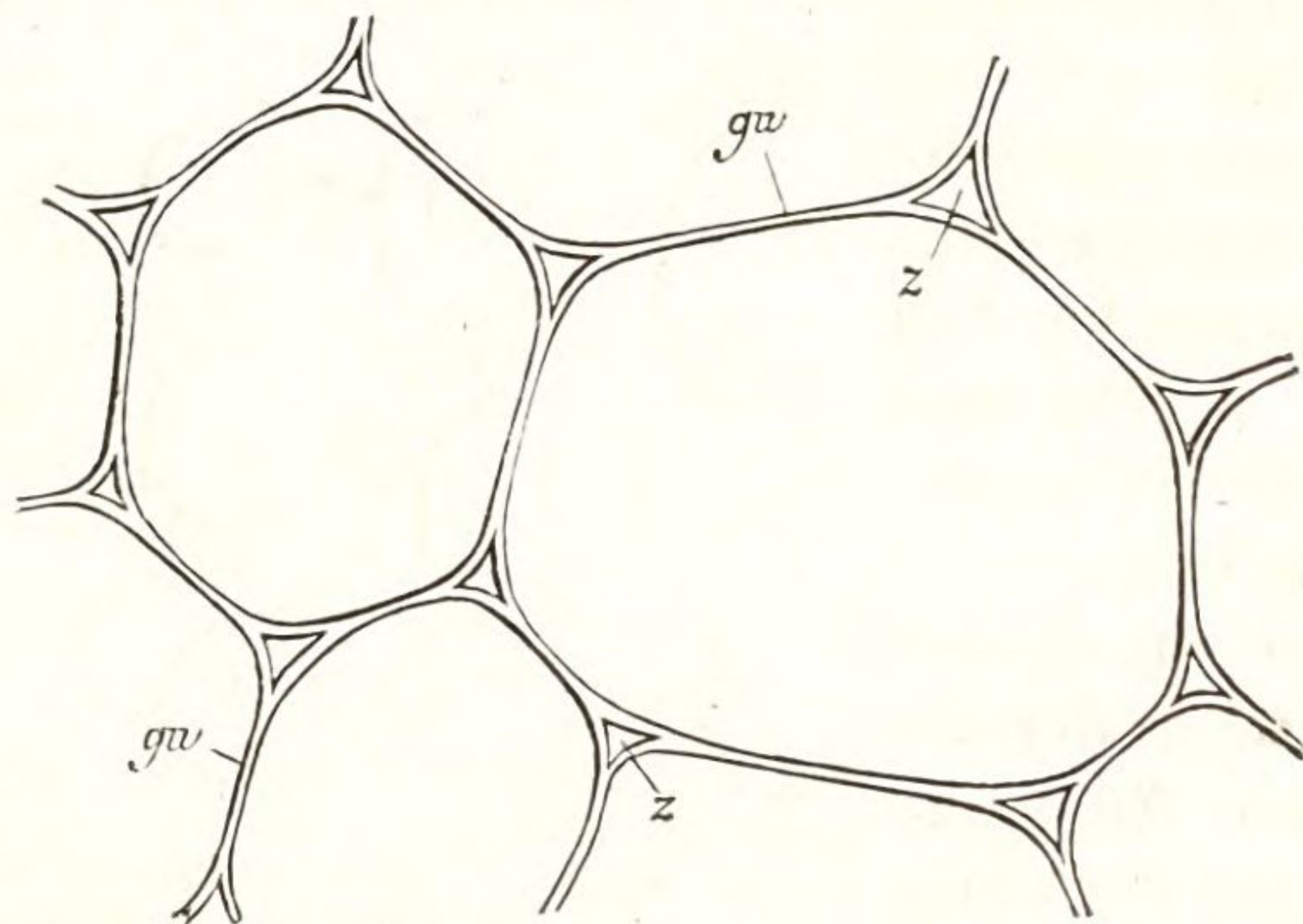


Fig. 43. Intercellularräume (z) zwischen den Markzellen von Zea Mais (550); gw die gemeinsame Wand (nach Sachs).

Wand, oder durch Desorganisation bestimmter Zellen, welche von bleibenden umgeben werden.

Die Intercellularräume enthalten entweder Luft oder eigenthümliche Stoffe.

Die luftführenden Intercellularräume, welche hier allein berücksichtigt sein sollen, entstehen zu meist durch Spaltung der gemeinsamen Wand (Fig. 43 z) und finden sich

fast ausschliesslich zwischen den Zellen saftiger, dünnwandiger Gewebe, des Parenchyms und zwar meist an den Kanten, wo mehrere Zellen zusammenstossen. Bisweilen erreichen einzelne solcher Intercellularräume (dann Lacunen oder Luftlücken genannt) eine ausserordentliche Grösse, so dass dadurch ganze Zellschichten und Zellreihen vom übrigen Gewebe und voneinander getrennt werden, so z. B. im Blattstiel der See-rosen und anderer Wasserpflanzen. Haar- oder faserförmige Fortsätze, welche hier (auch z. B. bei *Aspidium*) von den umgebenden Zellen aus frei in diese grossen Intercellularräume hineinwachsen, werden als »innere Haare« bezeichnet.

Durch Desorganisation, nemlich durch Vertrocknung und Zerreißen, eines grösseren Complexes von Zellen entstehen die grossen luftführenden Lücken in den Stengeln und Blättern von *Juncus* u. s. w., ferner die grossen, sich über ganze Internodien erstreckenden Hohlräume in der Axe vieler Stengel (z. B. Gräser, Doldengewächse, Schachtelhalme), sowie ähnliche Hohlräume in Blättern (z. B. Schnittlauch).

Die mit eigenthümlichen Stoffen erfüllten Intercellularräume s. unten § 28.

§ 24. **Gewebeformen und Gewebesysteme.** Gewöhnlich sind in den Pflanzen zahlreiche gleichartige Zellen, die sich von den umgebenden unterscheiden, zusammengeordnet und bilden dann eine bestimmte Gewebeform, welche charakterisirt wird durch diejenigen Eigenschaften, in welchen die zusammengehörigen Zellen übereinstimmen. Je nach der Gestalt und Aneinanderlagerung der Zellen unterscheidet man zweierlei Gewebeformen: Im Parenchym (Fig. 22, 29, 33, 43) sind die Zellen nicht viel länger als breit, mit breiten Querflächen aufeinandergesetzt, im Prosenchym dagegen (Fig. 44, Querschnitt Fig. 41) sind die Zellen viel länger als breit, mit ihren zugespitzten Enden zwischeneinander eingeschoben. — Durch dicke harte Zellwände ist das Sklerenchym ausgezeichnet, wel-

ches natürlich, was die Gestalt der Zelle betrifft, selbst wieder parenchymatisch oder prosenchymatisch sein kann. Ein Gewebe, dessen sämtliche Zellen aufgehört haben sich zu theilen, und ihre definitive Form angenommen haben, heisst **Dauergewebe**; ein Gewebe dagegen, dessen Zellen in Theilung begriffen sind derart, dass gewisse Tochterzellen sich immer wieder theilen, während die anderen in Dauergewebe übergehen, heisst **Theilungsgewebe** oder **Meristem**. Diese hier namhaft gemachten Gewebeformen sind nur die hauptsächlichsten; die charakteristischen Eigenschaften der Zellen, besonders Gestalt, Wandverdickung und Inhalt combiniren sich zu zahlreichen Formen, welche hier nicht aufgezählt, sondern an ihrem Orte beschrieben werden sollen.

Im Körper der höheren Pflanzen, der Gefäßpflanzen, ordnen sich gewisse Gewebe- und Zellformen regelmässig zusammen zu Systemen von Geweben, welche den ganzen Körper der Pflanze zusammensetzen und bezüglich ihrer Anordnung in der engsten Beziehung zu deren gesammter Gliederung stehen. Solcher Systeme sind es drei:

1) das **Hautsystem**, welches den Pflanzenkörper nach aussen abschliesst und in seiner verbreitetsten Form, der Epidermis, meist nur aus einer einfachen Zellschicht besteht (Fig. 45 e);

2) das **Fibrovasalsystem**, welches den Pflanzenkörper in Form von Strängen durchzieht und durch das Vorkommen von Siebröhren und Gefässen, zumeist auch von faserartigen prosenchymatischen Zellformen charakterisirt wird (Fig. 45 f), und

3) Das **System des Grundgewebes**, welches den übrigen Raum ausfüllt, und vorzugsweise parenchymatische Gewebeformen enthält (Fig. 45 g).

Es ist nicht ausgeschlossen, dass eine und die nemliche Gewebeform sich in mehreren Systemen findet, so kommen z. B. parenchymatische und prosenchymatische Formen in allen drei Systemen vor, ohne dass für gewöhnlich ihre Zugehörigkeit unklar wäre. Gewisse Gewebe und Zellformen aber, nemlich die Behälter eigenthümlicher Stoffe, Secrete, stimmen wenigstens in den beiden inneren Systemen so sehr miteinander überein, dass

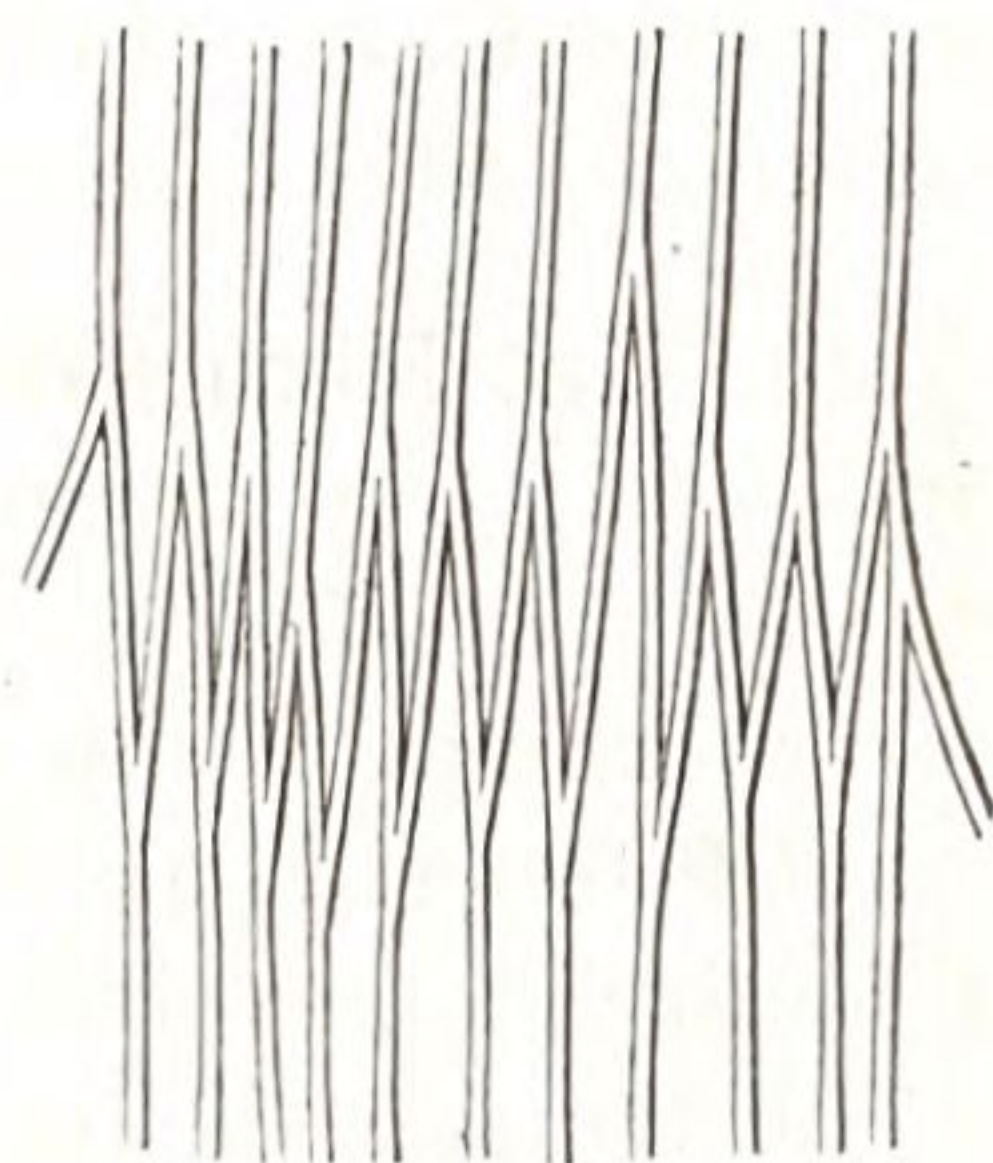


Fig. 44. Prosenchymgewebe im Längsschnitt (schematisch, vergrössert); die spitzen Enden der langen Zellen sind zwischen einander eingeschoben.

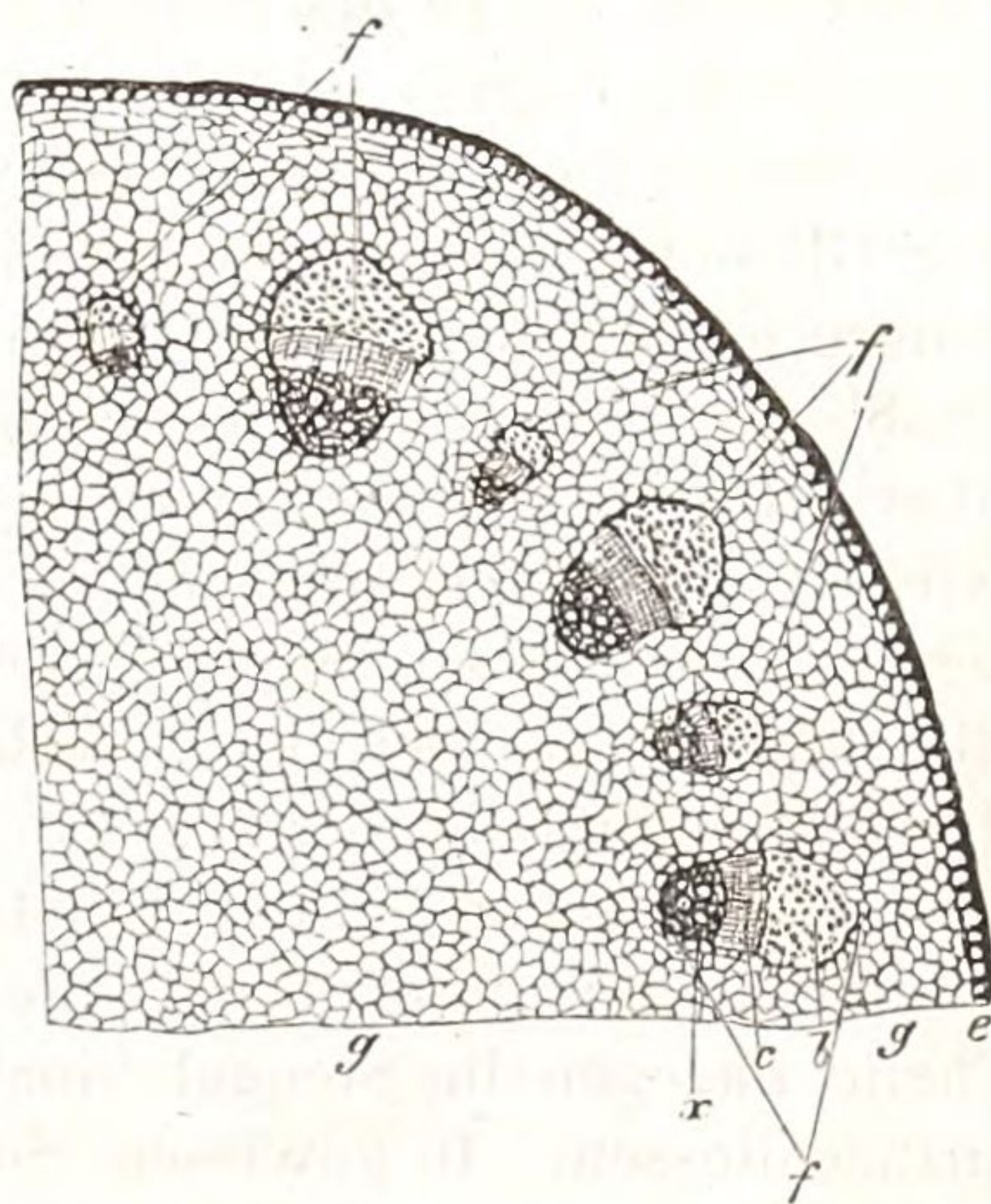


Fig. 45. Die drei Gewebesysteme auf dem Querschnitt des Blattstiels von Helleborus (20); e Hautsystem (Epidermis), g System des Grundgewebes, f Fibrovasalsystem, x Xylem, c Weichbast, b Bastfasern.

wir wenigstens aus Zweckmässigkeitsgründen dieselben gesondert für sich betrachten werden.

In sehr jungen Organen, wie z. B. den allerjüngsten Theilen der Stengel, Wurzeln, sind die Gewebeformen und Systeme noch nicht immer scharf gesondert; es findet sich dort ein mehr oder minder gleichartiges Theilungsgewebe, das Urmeristem oder Urgewebe, aus welchem die drei Gewebesysteme, überhaupt alle Gewebeformen hervorgehen.

§ 25. **Das Fibrovasalsystem** durchzieht das Gewebe der höheren Pflanzen in Form von fadenförmigen strangartigen Gewebekörpern, welche Fibrovasalstränge, Faserstränge, Stränge oder Gefässbündel genannt werden. Wenn deren Zellen, wie das gewöhnlich der Fall ist, verholzt und fester sind als die des Grundgewebes, so lassen sie sich aus diesem leicht isoliren; zerreisst man z. B. den Blattstiel des Wegetritts, *Plantago maior*, so hängen sie als ziemlich dicke Fäden aus dem Grundgewebe heraus; auch durch Verwesung des letzteren werden sie freigelegt; sie bilden z. B. das Adernetz der Blätter, welches bei deren Fäulniss als Skelet längere Zeit erhalten bleibt. Bei vielen Wasserpflanzen ist aber das Gewebe der Fibrovasalstränge noch weicher, als das ihrer Umgebung. In vielen Fällen stehen die Fibrovasalstränge so dicht gedrängt und entwickeln sich durch Fortbildung ihrer Gewebe derart, dass sie mächtige Massen darstellen, in denen vom Grundgewebe nur sehr wenig übrig geblieben ist. Eine solche Fibrovasalmasse ist das Holz der Bäume, einschliesslich des Bastes.

Die Anordnung und der Verlauf der Fibrovasalstränge stehen in enger Beziehung zum morphologischen Aufbau der Pflanze und zur Ausbildung der Glieder. In den meisten Blättern verlaufen die Fibrovasalstränge im Innern jener schön äusserlich hervortretenden Gewebestreifen, die wir oben (S. 8) als Nerven kennen gelernt haben. Im Blattstiel und Stamm, wie überhaupt in Organen, welche vorzugsweise in der Längsrichtung entwickelt sind, verlaufen sie im Allgemeinen der Länge nach; ein Querschnitt durch einen Stengel oder Blattstiel (Fig. 45) zeigt daher zugleich die Querschnitte der darin verlaufenden Stränge. Die Fibrovasalstränge der Blätter und des Stengels hängen aufs Innigste untereinander zusammen, derart, dass schon bei der Entstehung des Blattes am Stammscheitel jeder Strang mit seinem oberen Theile in das Blatt ausbiegt, mit seinem unteren Theile dagegen im Stengel hinabsteigt, um sich an andere ältere Stränge anzuschliessen. In gewissem Sinne sind also die in einem Stengel verlaufenden Stränge nur die Fussstücke der von den Blättern herabkommenden Stränge, es sind »Blattspurstränge«. Der Verlauf dieser Stränge im Stengel ist aber sehr mannigfaltig; im Allgemeinen lassen sich drei Typen unterscheiden, die freilich durch Uebergänge verbunden sind:

1) Die Blattspurstränge vereinigen sich alle zu einem einzigen, in der Axe des Stengels verlaufenden Strang (sehr seltener, nur bei einigen Wasserpflanzen und wenigen Farnen vorkommender Fall).

2) Die aus jedem Blatt in grösserer Anzahl nebeneinander eintretenden Stränge nähern sich zuerst der Stengelmittle, und biegen sich von hier wieder

nach aussen, um unter allmählicher Verdünnung nach abwärts zu verlaufen und erst sehr tief unten sich theilweise zu vereinigen (Fig. 46 A). Auf dem Querschnitt eines solchen Stengels erscheinen die Stränge regellos zerstreut, die der Mitte näheren sind von grösseren Dimensionen. Diese Anordnung findet sich vorherrschend bei den Monocotyledonen, besonders den Palmen.

3) Die von jedem Blatt in geringer Anzahl kommenden Stränge biegen bald nach ihrem Eintritte in den Stengel nach abwärts und verlaufen nun alle einander parallel und in annähernd gleicher Entfernung von der Axe durch den Stengel, indem sie besonders in den Knoten sich verzweigen und anastomosiren (Fig. 46 B). Der Querschnitt eines solchen Stengels zeigt die Stränge alle in einen dem Umfang annähernd parallelen Kreis gestellt, der das Grundgewebe in zwei Theile scheidet, einen inneren, von diesem Kreise umschlossenen, das Mark (Fig. 46, B m) und einen äusseren, zwischen diesem Kreise und dem Hautgewebe, die Rinde (Fig. 46 B, r). Die zwischen den einzelnen Strängen in deren Kreis liegenden Parteen des Grundgewebes, welche zwischen den Strängen hindurch Mark und Rinde miteinander verbinden, heissen Markverbindungen. Diese Anordnung kommt vorzugsweise den Dicotyledonen und Gymnospermen zu.

Bei verhältnissmässig wenigen Pflanzen kommen auch stammeigene Stränge vor, d. h. solche, welche nicht als die unmittelbare Fortsetzung der von den Blättern kommenden betrachtet werden können.

Die Wurzeln weichen in Anordnung und Bau der Fibrovasalstränge vielfach von den Stämmen und Blättern ab und sollen daher einstweilen ausser Betracht bleiben.

Der kräftig ausgebildete Fibrovasalstrang besteht aus zwei Gruppen von Dauergewebe, dem Xylem oder Holzkörper und dem Phloëm

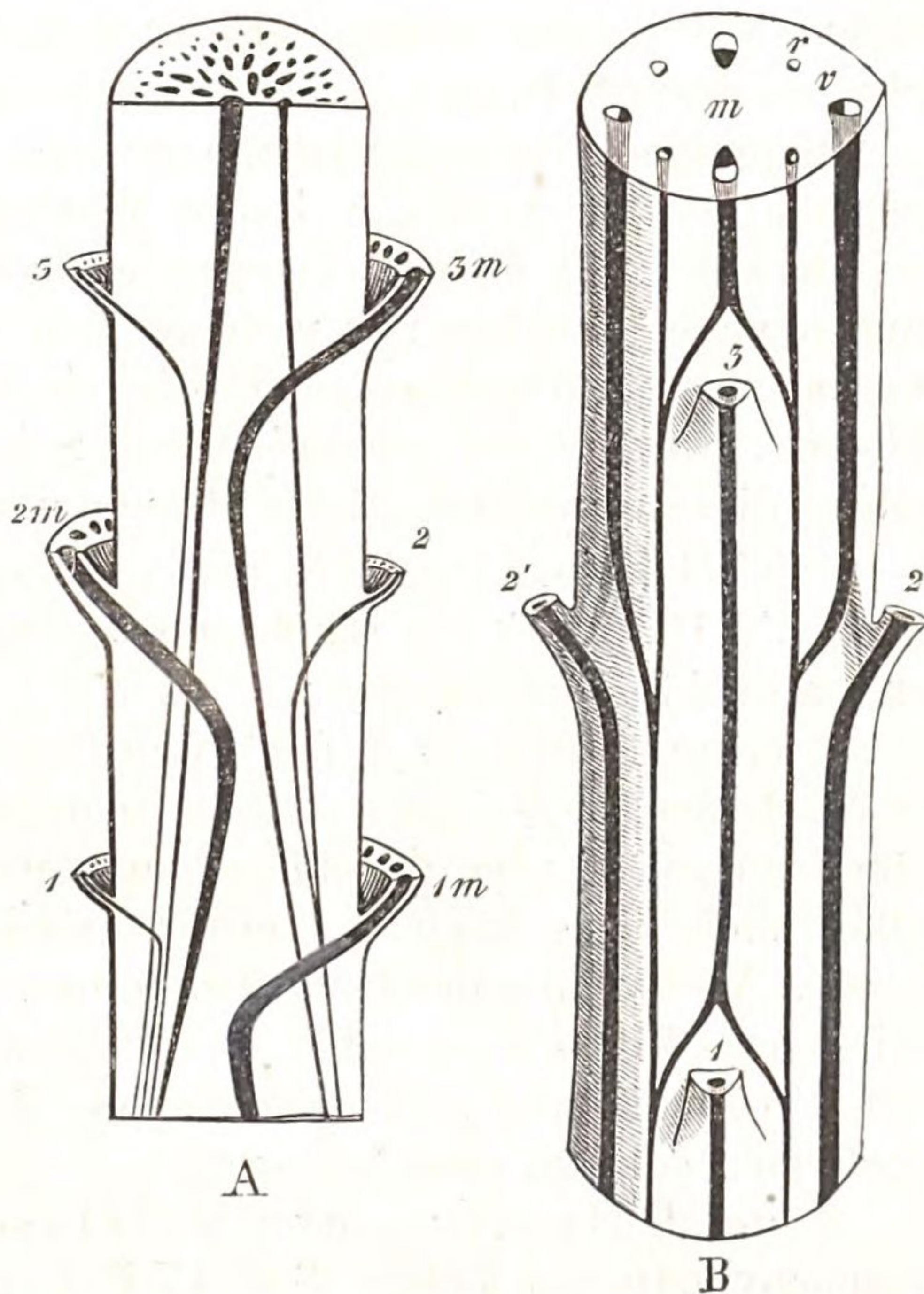


Fig. 46. Schematische Darstellung des Strangverlaufes in Stämmen: A axiler Längsschnitt mit halbem Querschnitt eines Palmenstammes, die zweizeilig gedachten (über der Basis abgeschnittenen) Blätter sind umfassend, daher gegenüber ihrer Mediane (m) noch einmal getroffen. B Aussenansicht (mit durchsichtig gedachter Rinde) und Querschnitt eines Stengels von Cerastium; die decussirt gestellten Blätter sind abgeschnitten. Der aus jedem Blatt kommende Strang gabelt sich über dem gerade darunterstehenden Blatt; die Gabelzweige aller Stränge vereinigen sich zu den vier schwächeren Strängen, die auf dem Querschnitt mit den vier stärkeren alterniren. Auf dem Querschnitt bedeutet m Mark, r Rinde, v Markverbindung; das Xylem der Stränge ist hier dunkel gezeichnet.

oder Bastkörper. Im Xylem herrscht, wenn nicht besondere Lebensweise andere Verhältnisse bedingt, die entschiedene Neigung zur Verholzung sämtlicher Zellwände und zur Erfüllung zahlreicher Zellen mit Luft; es ist daher vorwiegend der feste, aber zugleich brüchige Theil des Stranges. Im Phloëm tritt vorwiegend die Neigung zur Bildung weicher geschmeidiger, nur wenig verholzter Zellwände hervor, und die Zellen behalten ihren Saft.

Diejenigen Fibrovasalstränge, welche nur aus diesen beiden Gruppen bestehen, mithin keines weiteren Wachstums mehr fähig sind, heissen geschlossene; andere dagegen enthalten noch eine Schicht von Theilungsgewebe Cambium, welches den ganzen Strang der Länge nach durchsetzt und durch seine Thätigkeit die Masse des Xylems und des Phloëms, welche auf verschiedenen Seiten des Cambiums liegen, vermehrt; diese cambiumhaltigen Stränge werden offen genannt.

Der Holzkörper eines Fibrovasalstranges (so lange derselbe noch nicht durch die Thätigkeit des Cambiums verändert worden ist) besteht aus folgenden drei Zellformationen:

1) echten Gefässen (auch Tracheen oder Holzlöhren genannt); sie entstehen aus Reihen von übereinander liegenden Zellen, deren Querwände aufgelöst oder durchbrochen werden (s. oben S. 37), in seltenen Fällen auch bloss ungleich verdickt sind; sie zeigen stets eine charakteristische Verdickung der Längswände und werden nach der letzteren unterschieden als Ring- (s. oben Fig. 25 r), Spiral- (Fig. 47 B, s, s', auch Fig. 25 s), Netz-, Treppen- und getüpfelte Gefässe (Fig. 47 B t t', auch Fig. 23 C); ihr Inhalt ist stets Luft oder Wasser;

2) den Holzzellen oder Holzfasern, langgezogenen, engeren, prosenchymatischen Zellen (Fig. 47 B, h, auch Fig. 23 B), welche ebenfalls Luft oder Wasser enthalten;

3) dem Holzparenchym, dessen Zellen parenchymatisch, stets noch mit Protoplasma versehen sind; es fehlt häufig ganz.

Ebenso besteht der Bastkörper aus:

1) gefässähnlichen Elementen, den Siebröhren, welche mit Ausnahme der von feinen offenen Tüpfeln durchsetzten dicken Querwände dünnwandig und mit schleimigem Saft erfüllt sind (Fig. 47 B, sb);

2) den Bastfasern, prosenchymatischen Zellen, welche oft sehr lang, stark verdickt, aber geschmeidig sind und kein lebendes Protoplasma mehr enthalten;

3) parenchymatischen dünnwandigen Zellen, dem Phloëmparenchym. — Ausserdem enthält das Phloëm häufig Zellen, die keiner dieser drei Formationen angehören, sondern auf dem Entwicklungszustande stehen geblieben sind, wie er anfangs allen Strangelementen gemeinsam ist; sie werden Cambiform genannt und werden mit den Siebröhren und Parenchymzellen zusammen als Weichbast bezeichnet im Gegensatz zu den dickwandigen Bastfasern.

Je nach dem Ort, an welchem man einen Fibrovasalstrang durchschneidet und je nach der Natur der Pflanze können die genannten Zell-

formen mehr oder minder vollständig vertreten sein. — Die Anordnung dieser einzelnen Zellformen im Holz- und Bastkörper, sowie die gegenseitige Lage dieser Partien ist sehr verschieden:

Weitaus am häufigsten liegen innerhalb eines Stranges Xylem und Phloëm radial hintereinander, derart, dass das Xylem der Stammmitte näher liegt, das Phloëm somit der Peripherie zugewendet ist (s. Fig. 45, 47, 48, 50). Es gilt diess sowohl für kreisförmig angeordnete, als für zerstreute Stränge, für offene wie geschlossene. Da nun die Stränge ohne weitere

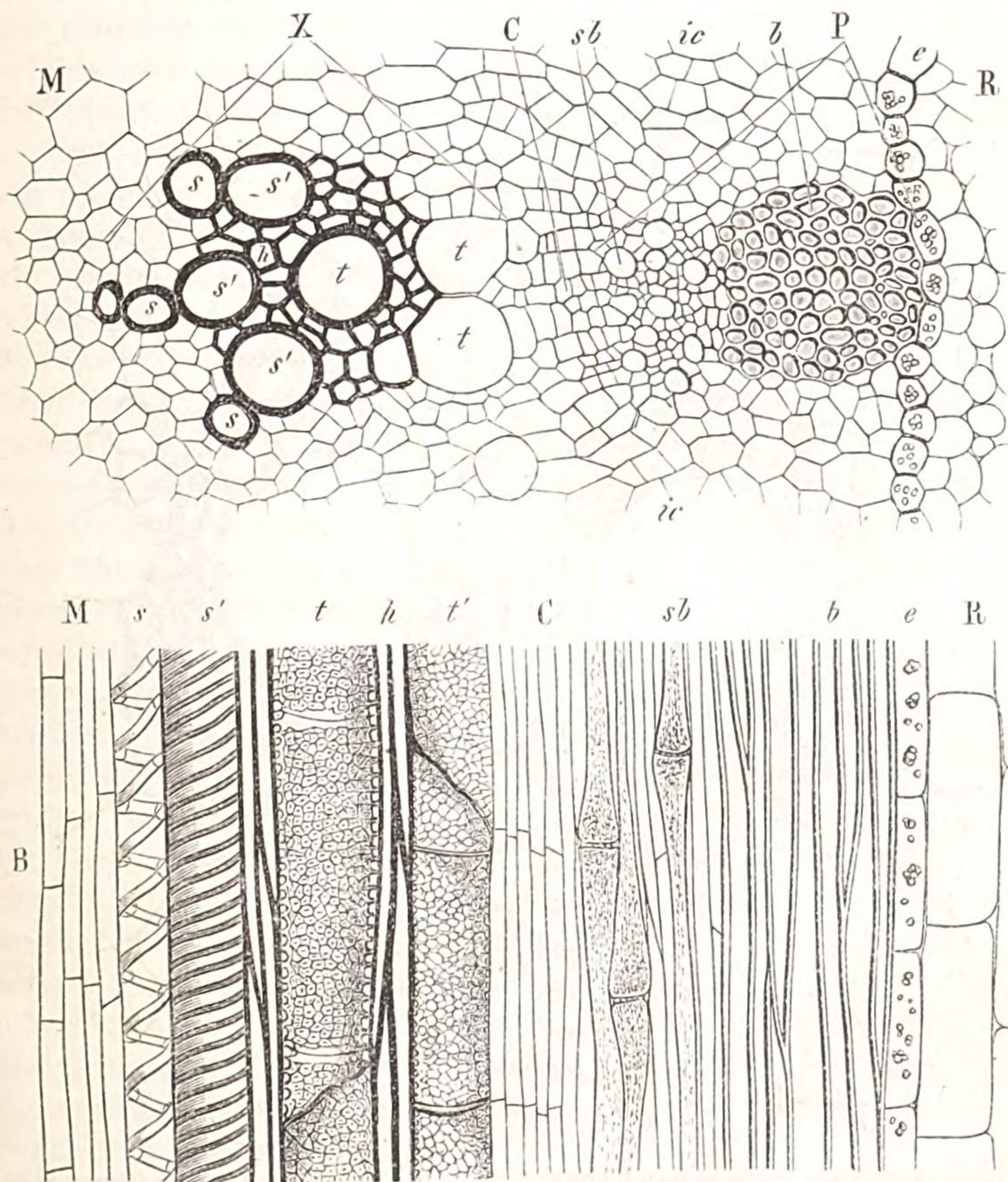


Fig. 47. A Querschnitt durch einen offenen Strang im Stengel der Sonnenblume; M Mark, X Xylem, C Cambium, P Phloëm, R Rinde; s enge, s' weitere Spiralgefässe, t getüpfeltes Gefäss, t' ebensolche, noch in der Ausbildung begriffen, h Holzfasern, sb Siebröhren, b Bastfasern; e Schutzscheide; ic Interfascicularcambium. B radialer Längsschnitt durch einen ganz ähnlichen Strang (etwas schematisirt); Bezeichnung wie oben (150).

Drehungen in die Blätter ausbiegen und sich hier in einer Fläche ausbreiten, so liegt im Blatte das Phloëm der einzelnen Stränge der Unterseite, das Xylem der Oberseite zugewendet. Von diesem Verhalten finden sich Ausnahmen bei cylindrischen Blättern und in manchen Blattstielen, wo durch

Drehung einzelner Stränge dem Stamm ähnliche oder complicirtere Anordnungen auftreten. Das Cambium der offenen Stränge liegt, wie schon oben erwähnt, stets in der Mitte zwischen Xylem und Phloëm, diese beiden Partien voneinander scheidend.

Innerhalb des Xylem liegen im Stamme stets die Ring- und Spiralgefässe zu innerst, der Stammmitte am nächsten; darauf folgen näher dem Phloëm Netz- und getüpfelte Gefässe, welche stets den grössten Querdurchmesser unter allen Elementen des Xylems besitzen. Die Gruppierung dieser Gefässe unter sich und mit den Holzfasern und Parenchymzellen ist ausser-

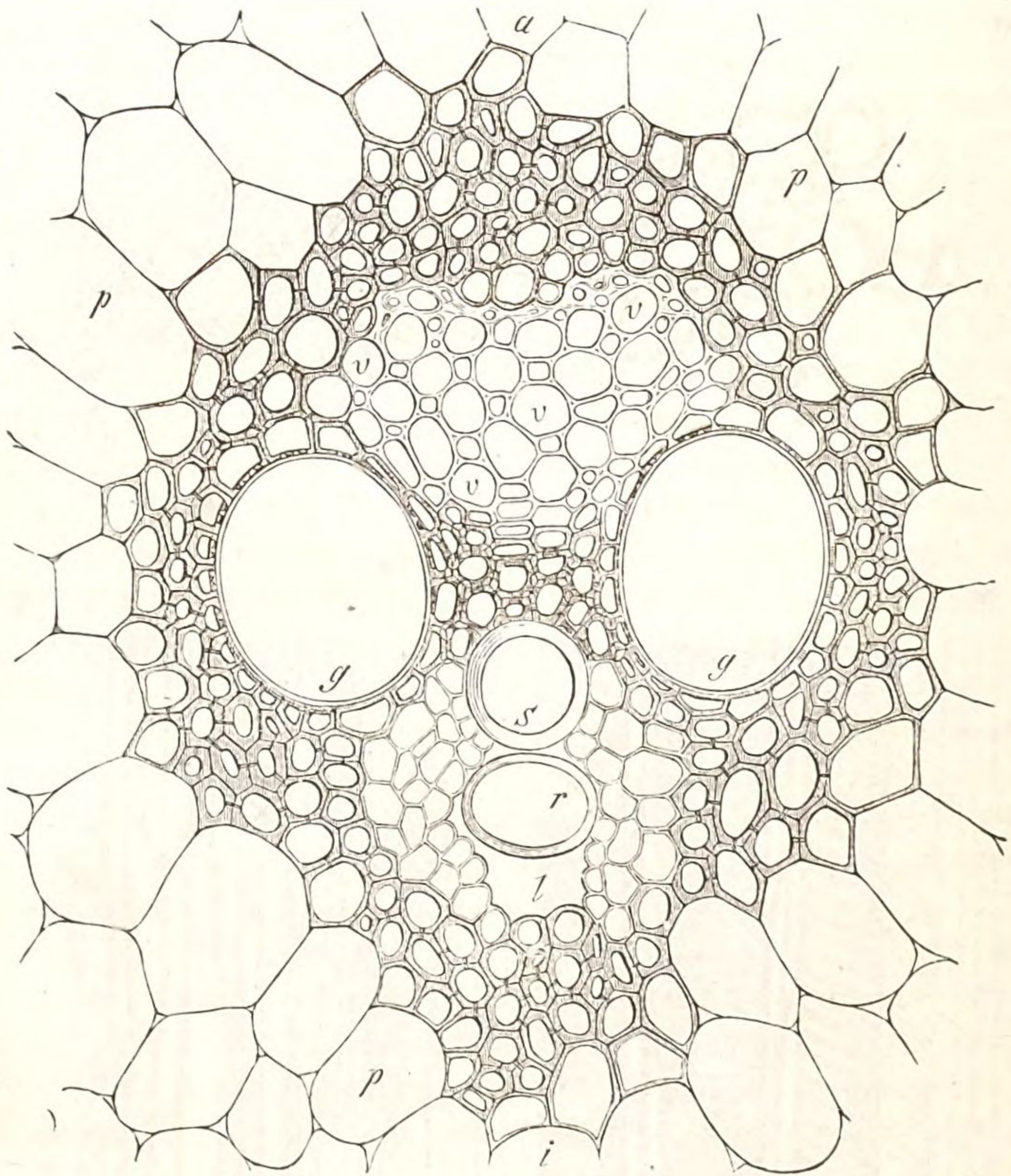


Fig. 48. Querschnitt eines geschlossenen Fibrovascularstranges im Stamm von Zea Mais (550), *a* Aussenseite, *i* Innenseite bezüglich der Stammaxe; *p* Parenchym des Grundgewebes, *g g* zwei grosse getüpfelte Gefässe, *s* Spiralgefäss, *r* Ring eines Ringgefässes, *l* lufthaltige Lücke durch Zerreißen entstanden, umgeben von dünnwandigen Holzzellen. Zwischen den beiden Gefässen *g* liegen kleinere, netzartig verdickte und gehöft getüpfelte Gefässe. Diese Zellformen bilden das Xylem; das Phloëm wird gebildet von Weichbast (*v*); der ganze Strang ist umgeben von einer (dem Grundgewebe angehörigen) Scheide dickwandiger verholzter Prosenchymzellen (nach Sachs).

ordentlich mannigfaltig; die in Fig. 47 und 48 dargestellten Fälle sind nur einzelne Beispiele.

Die zu innerst liegenden Ring- und Spiralgefässe werden in jedem Strang zuerst ausgebildet und zwar schon zu der Zeit, wo der betreffende

Stengeltheil seine definitive Länge noch nicht erreicht hat; sie machen dessen Streckung mit durch und sind demgemäss, da sie sich nicht mehr in die Quere theilen können, wie die übrigen noch unausgebildeten Strang-elemente, aus den längsten Zellen zusammengesetzt.

Im Phloëm liegen zumeist die Bastfasern der Peripherie am nächsten, die durch ihren grösseren Querschnitt hervortretenden Siebröhren gewöhnlich im Weichbast zerstreut (Fig. 47 und 48).

Als Abweichungen von dieser weitaus häufigsten Anordnung des Xylems und Phloëms, sowie ihrer Elemente seien hier nur folgende erwähnt:

Bei manchen Pflanzen, z. B. Kürbis, Lycium, liegt an der Innenseite des Xylems noch ein zweites Phloëm; bei den meisten Farnen schliesst sich das Phloëm um das gesamte Xylem herum zu einem Ringe; im Xylem liegen hier mehrere Gruppen von Spiralgefässen, von denen aus die Ausbildung des Xylems beginnt.

Am allermeisten von dem bisher geschilderten Bau entfernen sich die Fibrovasalstränge der Wurzeln. Man kann bei der Wurzel eigentlich nicht von einzelnen Strängen sprechen, sondern es verläuft in der Axe ein cylindrischer oder hohlcylindrischer (d. h. Mark enthaltender) Fibrovasalkörper (s. Fig. 20). In diesem liegen regelmässig vertheilt mehrere Xylembündel (Fig. 49 A, *g*) und radial alternirend mit diesen ebensoviele Phloëmbündel (Fig. 49, A, *b*). Die Anzahl dieser Bündel ist bei den Dicotyledonen gering, meist 2, 3, 4 selten 5 bis 8, bei den Monocotyledonen meist sehr gross. In jedem Xylembündel liegen die Spiralgefässe (auch hier die ältesten Elemente) der Peripherie am nächsten. Die äusserste Schicht des Fibrovasalkörpers wird Pericambium genannt und bleibt sehr lange in bildungsfähigem Zustande. In diesem Pericambium entstehen die Anlagen der Seitenwurzeln und zwar fast immer gerade vor den Xylembündeln; es sind daher (abgesehen von den später auftretenden Adventiwurzeln) stets soviel Reihen von Seitenwurzeln an einer Wurzel vorhanden, als der Fibrovasalkörper Xylembündel enthält. Die Seitenwurzel muss bei ihrer Entstehung die Rinde der Mutterwurzel durchbrechen (s. oben S. 20, Fig. 20); ihr Fibrovasalkörper schliesst sich unmittelbar an den der Mutterwurzel an.

§ 26. Das Dickenwachsthum der Stämme und Wurzeln wird bei den Nadelhölzern und den meisten Dicotyledonen vermittelt durch die Fort-

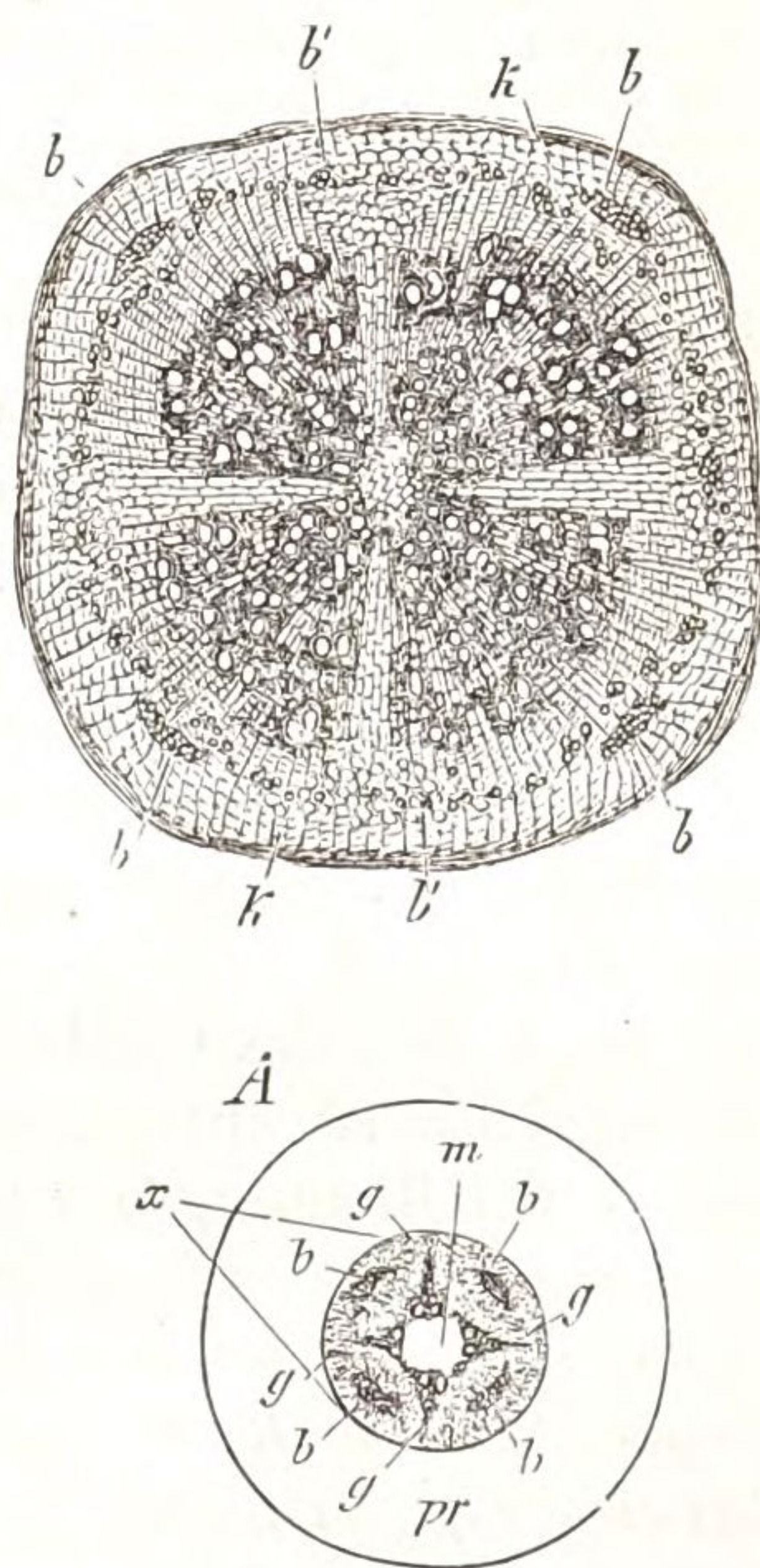


Fig. 49. A Querschnitt durch eine junge Wurzel von *Phaseolus multiflorus*; *pr* Grundgewebe der Rinde; *m* Mark, *x* Fibrovasalkörper, *g* primäre Xylembündel, *b* Phloëmbündel. B Querschnitt einer älteren, in die Dicke wachsenden ebensolchen Wurzel, *b'* secundärer Bastkörper, *k* Kork (schwach vergr.) (nach Sachs).

bildung des Cambiums ihrer offenen Stränge. Diese sind auf dem Querschnitt des Stammes in einen Kreis geordnet (Fig. 50 A) und das Dickenwachsthum wird zuerst dadurch eingeleitet, dass aus dem an die Stränge angrenzenden Grundgewebe, den Markverbindungen durch tangential

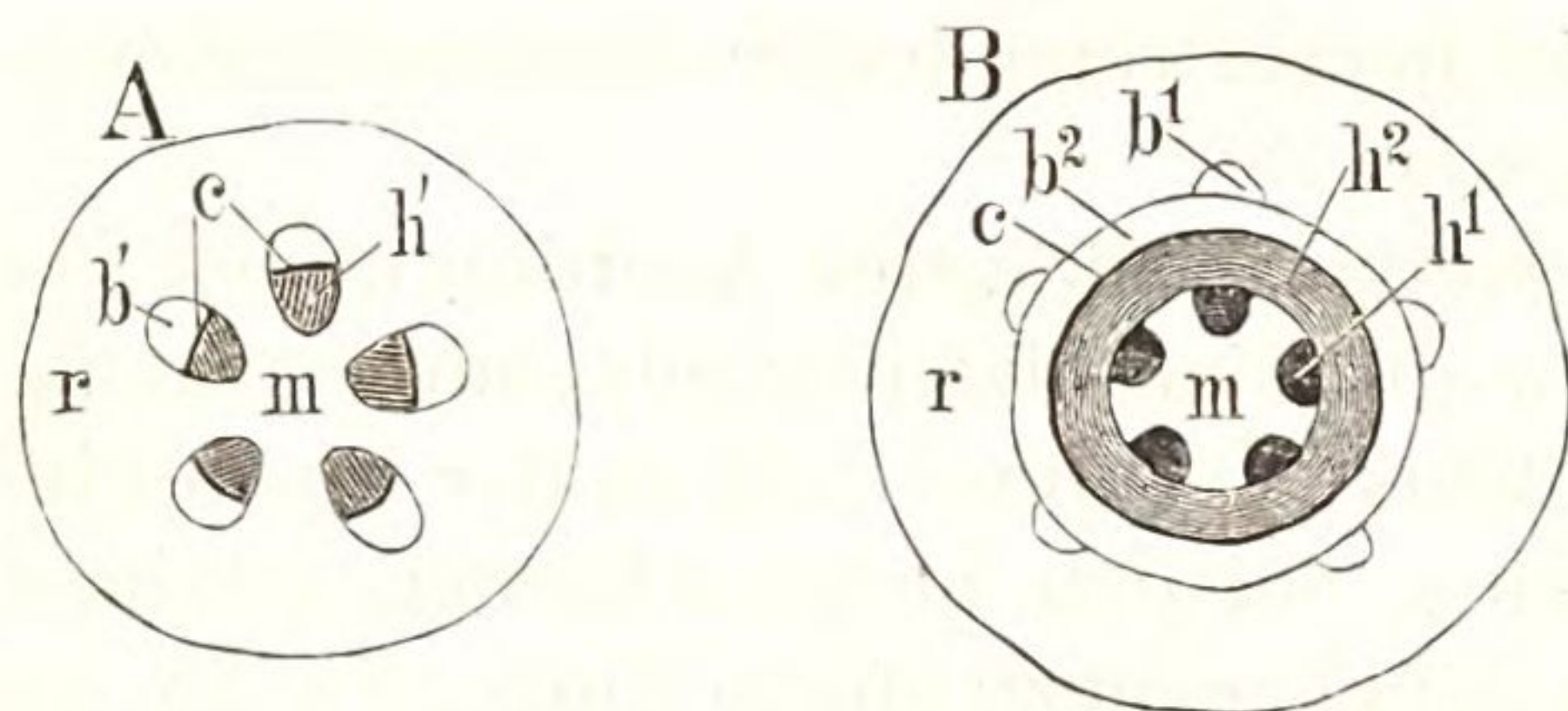


Fig. 50. Schematische Querschnitte eines Stammes mit Dickenwachsthum. A in sehr jungem Zustande; es sind fünf einzelne Stränge vorhanden; *m* Mark, *r* Rinde, *b'* primärer Bastkörper, *h'* primärer Holzkörper, *c* Cambium. B nach Beginn des Dickenwachstums; *h²* secundärer Holzkörper, *b²* secundärer Bastkörper.

Theilungen (s. Fig. 47 A, *ic*) ebenfalls Cambium hervorgeht, welches sich an das der Fibrovasalstränge ansetzt. So bildet sich ein geschlossener Hohlzylinder, auf dem Querschnitt als Ring erscheinend, der Cambiumring (Fig. 50 B, *c*), welcher Mark und Rinde vollständig voneinander trennt und seinem Ursprunge nach aus zwei radial abwechselnden Partieen besteht: dem Fascicularcambium d. h.

dem Cambium der einzelnen Stränge, und dem Interfascicularcambium, d. h. dem aus den Markverbindungen nachträglich hervorgegangenen Cambium.

In den Wurzeln, welche in die Dicke wachsen, bildet sich ebenfalls ein Cambiumring, indem die zwischen den einzelnen Xylembündeln innerhalb der Phloëmbündel liegenden Zellen sich durch Theilung in Cambiumzellen umwandeln und der Ring sich ausserhalb der Xylembündel schliesst. So entsteht auch hier ein Ring, der ausserhalb der ursprünglich vorhandenen Xylembündel und innerhalb der ursprünglichen Phloëmbündel verläuft (Fig. 49 B).

Die Zellen des Cambiumringes, sowohl im Stamme wie in der Wurzel, theilen sich fortwährend tangential und mitunter radial, so dass die Zellenzahl in der Richtung des Radius, wie auch in der Richtung des sich dabei vergrößernden Umfangs zunimmt. Von den hiedurch erzeugten Zellen bilden sich die auf der inneren Seite gelegenen zu Elementen des Holzkörpers (Fig. 50 B, *h²*), die der äusseren Seite zu Elementen des Bastkörpers (Fig. 50 B, *b²*) aus, während die mittlere Zone fortwährend in theilungsfähigem Zustande bleibt. Es kommt also durch die Thätigkeit des Cambiums innen ein secundärer Holzkörper, aussen ein secundärer Bastkörper zu Stande, im Gegensatz zu den primären Elementen der Stränge, welche schon vorher ohne Thätigkeit des Cambiums entstanden waren. Die primären Holzkörper der ursprünglichen Stränge befinden sich somit zu innerst und springen meistens (besonders wenn die primären Stränge weit voneinander entfernt liegen) gegen das Mark hin vor; sie bilden die sog. Markkrone oder Markscheide (Fig. 50 B *h'* und 52 *m s*).

Die Elemente des secundären Holzkörpers sind zwar im Allgemeinen übereinstimmend mit denen des primären Xylems, doch kommen einige Besonderheiten vor. Vor allem ist zu bemerken, dass sie wenigstens ursprünglich in radiale Reihen geordnet sind, da ja alle auf einem Radius liegenden Elemente aus einer Cambiumzelle hervorgegangen sind. Die

Gestalt der Cambiumzellen ist langgezogen und etwas prosenchymatisch in der Richtung, dass die schräge Zuspitzungsfläche nur auf dem Tangentialschnitt deutlich, d. h. im Profil sichtbar ist (Fig. 51 A). Durch Umbildung der den eigentlichen Cambiumzellen völlig ähnlichen Tochterzellen gehen die verschiedenen Zellen hervor, welche den secundären Holzkörper zusammensetzen. Im Holze unserer Bäume besitzen diese folgende Eigenschaften:

1) die Gefässe sind sämtlich mit behöftgetüpfelter Längswand versehen (echte Spiral- und Ringgefässe fehlen durchaus), von grösserem Querdurchmesser als die übrigen Elemente (daher diese meist in ihrer ursprünglichen Anordnung gestört), ihre Glieder meist von gleicher Länge wie die Cambiumzellen. Die Querwände sind entweder ganz aufgelöst (einfache Perforation) oder nur durchbrochen (leiterförmige Perforation), bisweilen nur der Längswand ähnlich getüpfelt; in letzterem Falle ist die Grenze zwischen Gefässen und Holzfasern oft schwer zu ziehen; man nennt solche Bildungen Tracheiden. Auf der Längswand kommen bei einigen Hölzern (z. B. Linde) neben den Tüpfeln zarte Spiralverdickungen vor, welche von denen der eigentlichen Spiralgefässe ausser der Zartheit auch dadurch verschieden sind, dass sie bei Verletzung sich nicht von der äusseren Wandschichte lösen;

2) die Holzfasern sind langgestreckt, fast immer länger als die Cambiumzellen, indem deren prosenchymatische Zuspitzung sich steigert und die spitzen Enden der einzelnen Zellen gleichsam zwischen einander hineinwachsen. Die Wände der Holzfasern sind theils ungetüpfelt oder mit kleinen spaltenförmigen Tüpfeln versehen (Fig. 51 C), Libriformfasern, theils den Gefässwänden gleich getüpfelt (Fig. 51 B), Tracheidfaser;

3) das Holzparenchym kommt durch wiederholte Quertheilung der Cambiumzellen zu Stande; die aus je einer Cambiumzelle hervorgegangenen Parenchymzellen bilden eine durch die schrägen Wände der ersteren abgegrenzte Gruppe (Fig. 51 D). Die Wände der Holzparenchymzellen sind dünn, mit einfachen grösseren Tüpfeln versehen.

Bezüglich der sehr mannigfaltigen Vertheilung dieser Elemente ist vor Allem hervorzuheben, dass sämtlichen Nadelhölzern die Gefässe und das eigentliche Holzparenchym (abgesehen von den Harzbehältern s. u. § 28) fehlen, während natürlich die Markkrone, das primäre

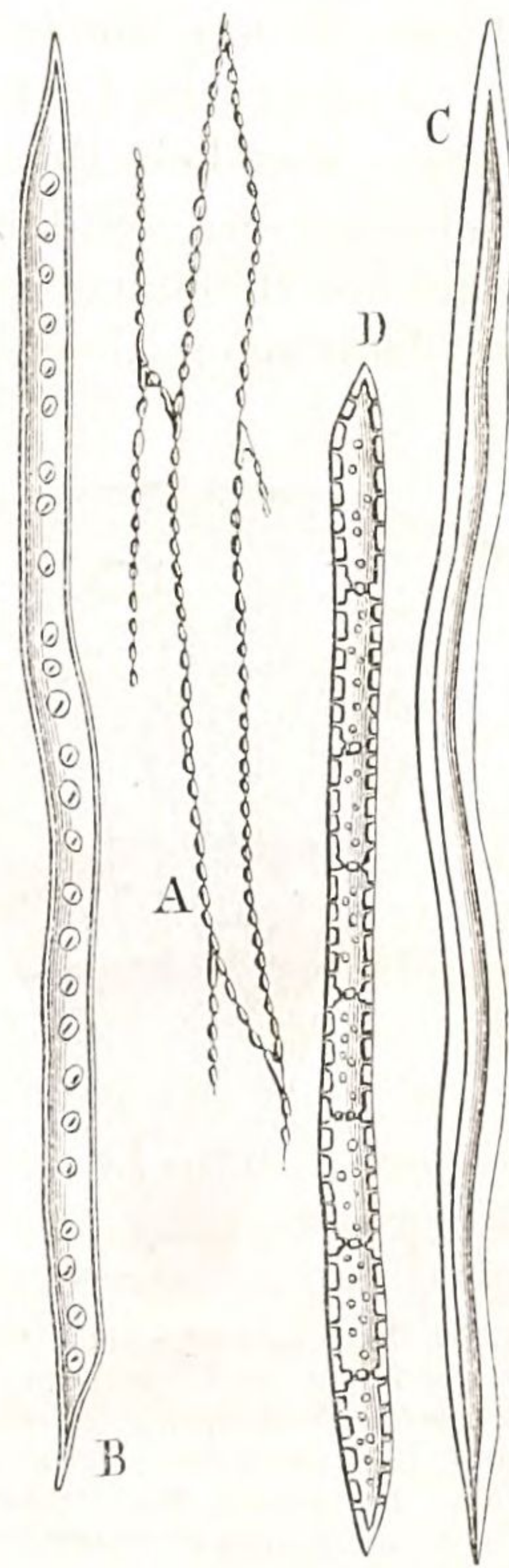


Fig. 51. A Cambiumzellen im tangentialen Längsschnitt, B Tracheidfaser von aussen gesehen, C Libriformfaser und D Holzparenchymgruppe im Durchschnitt gesehen, aus dem Holze der Eiche, durch Maceration isolirt (150).

Xylem, Ring-, Spiral- und Netzgefässe enthält; das secundäre Holz dieser Pflanzen besteht nur aus Tracheïdfasern, deren Wände die oben S. 37, Fig. 42 beschriebenen eigenthümlichen behöften Tüpfel besitzen.

Im Holz der Laubbäume, Sträucher und der Stengel stärkerer krautartiger Gewächse bilden die Holzfasern meist die Grundmasse, welcher die Gefässe und Holzparenchymzellen eingestreut sind.

Saftige Stammgebilde, welche in die Dicke wachsen, z. B. die Kartoffelknollen enthalten in dem vom Cambium gebildeten Xylem nur dünnwandige saftreiche Parenchymzellen, zwischen welchen einzelne Gefässe verlaufen.

Der Holzkörper unserer Holzgewächse lässt schon für das blosse Auge concentrisch angeordnete Schichten erkennen, welche man als Jahresringe bezeichnet. Es rührt diese Schichtung daher, dass das im Frühjahr gebildete Holz eine andere Beschaffenheit besitzt, als das im Sommer gebildete; da nun die äusseren Bedingungen, von welchen diese Verschiedenheit abhängt, im Laufe eines Jahres sich allmählich ändern, während des Winters aber kein Holz entsteht, so ist leicht erklärlich, dass innerhalb des in einem Jahre gebildeten Ringes eine allmähliche Aenderung im Bau des Holzes von innen nach aussen beobachtet wird und dass die Grenze zwischen zwei Jahrringen ziemlich scharf ausgeprägt ist. Die anatomische Ursache

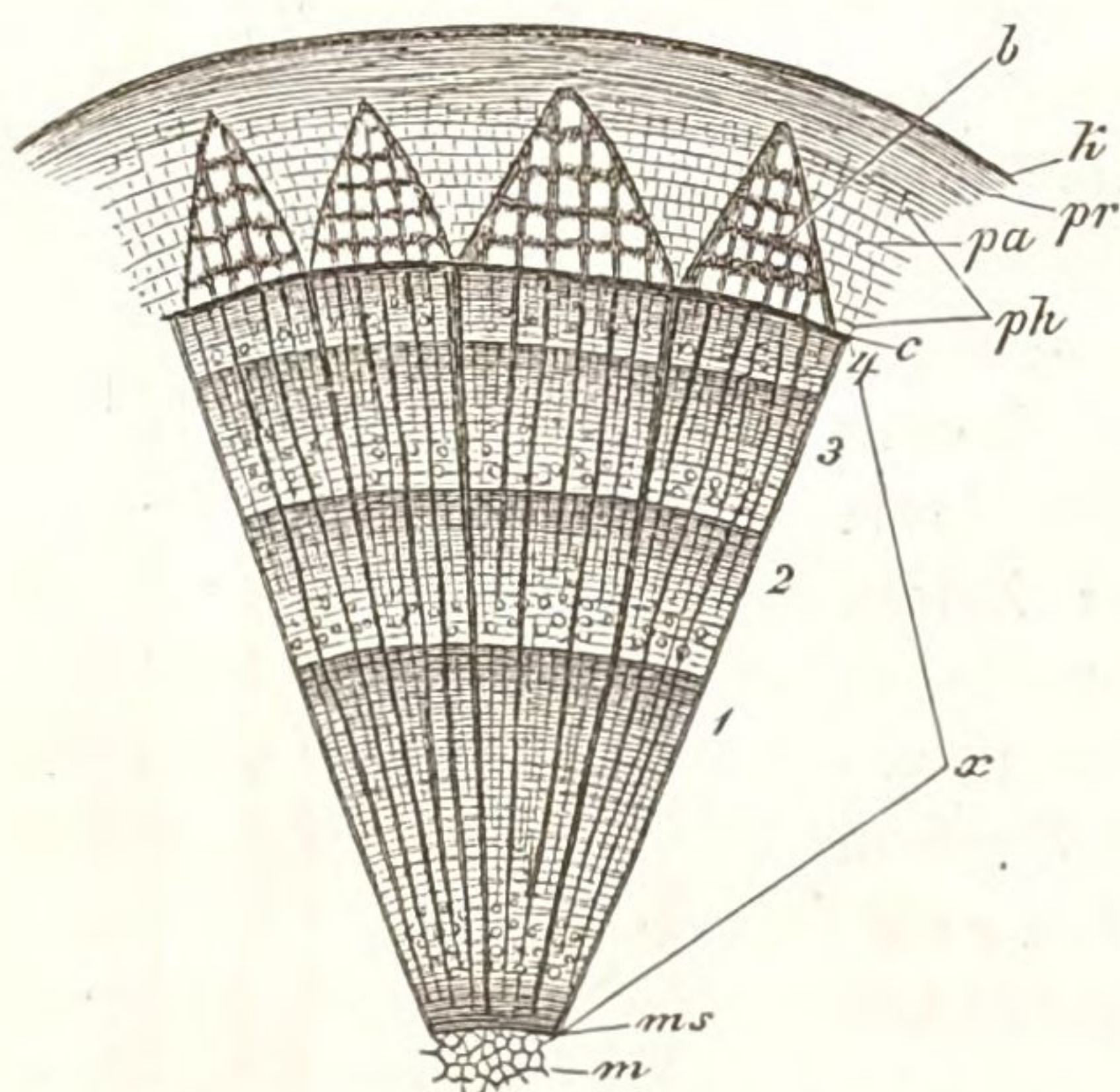


Fig. 52. Theil eines Querschnittes durch einen vierjährigen Zweig der Linde (schwach vergrössert), *m* Mark, *ms* Markscheide, *x* der secundäre Holzkörper, 1, 2, 3, 4 die vier Jahresringe; *c* Cambium, *ph* Bastkörper, *pa* primäre Markstrahlen, *b* Bastfasern; *pr* primäre Rinde, *k* Kork.

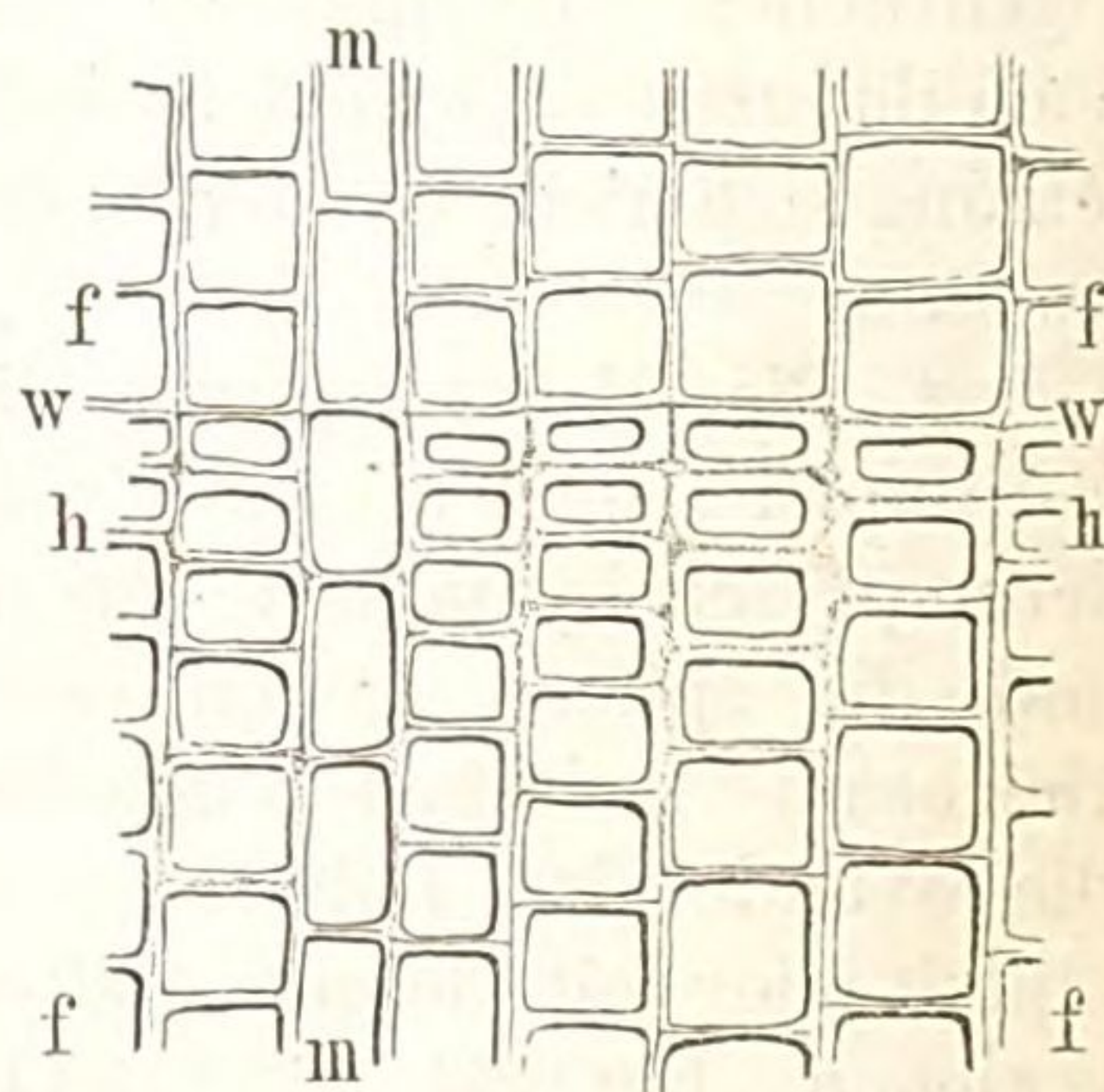


Fig. 53. Querschnitt des Fichtenholzes an der Grenze zweier Jahresringe; *m* ein Markstrahl, alles übrige sind Holzzellen, *f* lockeres Frühjahrsholz, *h* dichteres Herbstholz, *w* die Grenze zwischen dem Herbst- und dem folgenden Frühjahrsholz; zwischen *h* und *w* die abgeplattete Grenzzone (250).

des Hervortretens der Jahrringe liegt für sämtliche Hölzer darin, dass die letzten Holzelemente des Jahrringes, die Grenzzone, stets abgeplattet sind, d. h. einen sehr kurzen Radialdurchmesser besitzen (Fig. 53 *w*); bei den Nadelhölzern kann man abgesehen von dieser Grenzzone noch zwei Schichten unterscheiden: das aus dünnwandigen Zellen gebildete Frühlingsholz (Fig. 53 *f*) und das aus dickwandigen Zellen gebildete Herbstholz (Fig. 53 *h*). Bei den Laubhölzern nimmt die Anzahl und Grösse der

Gefässe in jedem Jahrringe von innen nach aussen ab. Geschieht diess allmählig, so nimmt das blosse Auge keinen auffallenden Unterschied zwischen Frühlings- und Herbstholz wahr (zerstreutporige Hölzer, z. B. Buche, Linde, Ahorn, Nussbaum); einige Holzarten zeigen aber im Frühlingsholz einen Ring von auffallend grossen Gefässen, während im Herbstholze nur viel kleinere Gefässe vorkommen (ringporige Hölzer z. B. Eiche, Ulme, Esche).

Ausser den bisher betrachteten, der Länge nach gestreckten Elementen enthält der Holzkörper auch noch Gruppen von radial gestreckten Parenchymzellen, die Markstrahlen, auch Spiegelfasern oder Parenchymstrahlen genannt. Diese erscheinen auf dem Querschnitt als radiale Streifen, auf dem Radialschnitt als radiale Bänder von beschränkter Höhe, auf dem Tangentialschnitt als elliptische von den längsgestreckten Elementen umzogene Nester (Fig. 54); sie bestehen aus Parenchymzellen, welche radial sehr gestreckt (Fig. 53 *m*), in tangentialer und verticaler Richtung dagegen sehr kurz sind. Diese Markstrahlen werden ebenso, wie die längsgestreckten Elemente vom Cambium erzeugt und zwar nach beiden Seiten hin, so dass jeder Markstrahl vom Holzkörper durch das Cambium in den Bastkörper verläuft. Hat eine Gruppe von Cambiumzellen einmal begonnen, Markstrahlgewebe zu erzeugen, so thut sie diess fortwährend; je mehr der Umfang des Holzkörpers zunimmt, an desto mehr Stellen beginnt im Cambium die Markstrahlbildung, desto mehr Markstrahlen zerklüften den Holzkörper. Diejenigen Markstrahlen, welche innen bis zum Mark (und aussen bis zur primären Rinde) reichen, d. h. schon mit Beginn des Dickenwachstums entstanden, heissen primäre. Es sind diese bei einigen Pflanzen aus dem ganzen Interfascicularcambium hervorgegangen, entsprechen somit ihrer Lage nach den Markverbindungen (z. B. Clematis), bei anderen dagegen nur an einzelnen Stellen des Interfascicularcambiums (z. B. Hainbuche); auch im primären Xylem der Stränge können schon primäre Markstrahlen vorkommen. Secundäre Markstrahlen heissen diejenigen, deren Bildung erst später erfolgte, die also nicht bis zum Marke reichen, sondern innen im Holzkörper blind endigen. Wo die Markstrahlen (wenigstens einzelne) sehr gross sind, fallen sie dem blossen Auge sehr leicht auf, z. B. im Holz der Buche und Eiche.

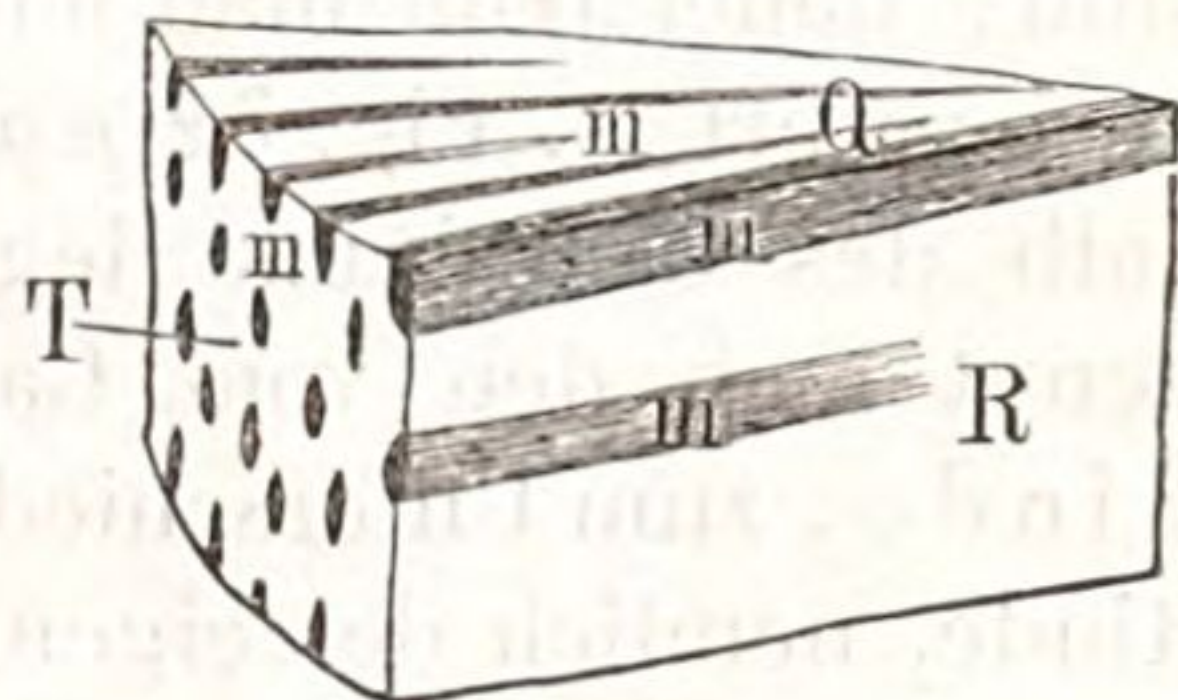


Fig. 54. Schematische Darstellung des Verlaufs der Spiegelfasern; aus dem Holz geschnittener Keil. *Q* Querschnittfläche, *R* Radialfläche, *T* tangentiale Aussenfläche des Holzkörpers; die dunkeln Partien sind die Spiegelfasern.

Das Holz vieler stärkerer Bäume lässt eine bisweilen sehr auffallende Verschiedenheit zwischen den älteren inneren Theilen des Holzkörpers, dem Kernholz und den äusseren jüngeren, dem Splint erkennen. Diese beruht auf Veränderungen, die das in seinen Elementen längst fertige Holz im Laufe der Jahre erfährt; das veränderte Holz, der Kern, ist stets wasserärmer, führt in den Parenchymzellen keine Stärke und ist häufig dunkler gefärbt (z. B. Kiefer, Lärche, Eiche). —

Der vom Cambium gebildete secundäre Bastkörper erreicht keine so bedeutende Mächtigkeit wie der Holzkörper; er besteht aus Siebröhren, Bastfasern und Parenchymzellen in verschiedener, nur sehr selten regelmässiger Anordnung; bisweilen liegen die Bastfasern in Schichten, so dass man sie in ausgedehnten zusammenhängenden Stücken abziehen kann (z. B. Linde). Jahrringbildung tritt nicht hervor. Die Markstrahlen durchziehen, wie bereits oben erwähnt, den Bastkörper in entsprechender Ausdehnung, wie den Holzkörper. Bei mehreren Bäumen werden die Markstrahlzellen (und andere Zellen) des Bastkörpers sklerenchymatisch, z. B. bei der Buche, wo sie an der dem Cambium angrenzenden Fläche trockener »Rinde« als harte Kämme vorragen. — Da das Cambium fortwährend seinen Umfang vergrössert, so muss der ausserhalb liegende Bastkörper, besonders in seinen äusseren Partien sehr stark gedehnt werden. Diese Dehnung trifft natürlich vorzugsweise die noch wachstumsfähigen parenchymatischen Elemente, während die Bastfasern nicht mehr veränderungsfähig sind; daher trifft man häufig besonders die Markstrahlen nach aussen stark verbreitert (s. Fig. 52 *pa*). — Da man im gewöhnlichen Leben alle ausserhalb des Cambiums liegenden Gewebe als Rinde zu bezeichnen pflegt, nennt man den vom Cambium erzeugten Bastkörper auch *secundäre Rinde*, zum Unterschiede von der noch weiter aussen liegenden primären Rinde, nemlich der eigentlichen, dem Grundgewebe angehörigen Rinde. —

Die Zellen des Cambiumringes, welcher zwischen Holz und Bastkörper liegt, sind sehr protoplasmareich und zerreißen besonders zur Zeit ihrer Thätigkeit (vom Frühjahr bis zum August) sehr leicht; daher lässt sich alsdann die »Rinde« leicht vom Holz losschälen.

Manche Holzpflanzen, die indess nur zum geringsten Theile bei uns einheimisch sind, weichen in der Entstehung und Anordnung des Cambiumringes von dem hier geschilderten allgemeinen Typus ab. Hier seien nur die baumartigen Liliaceen erwähnt (*Yucca*, *Dracaena*), als die einzigen Monocotyledonen, deren Stämme in die Dicke wachsen. Da hier die Stränge geschlossen sind, existirt kein Cambium und es wird das Dickenwachsthum nur dadurch möglich, dass in einer ringförmigen Zone des Grundgewebes Neubildung, sowohl von Grundgewebe, als von einzelnen geschlossenen Fibrovasalsträngen erfolgt.

§ 27. **Das Grundgewebe** umfasst diejenigen inneren Gewebe, welche nach Bildung der Fibrovasalstränge noch übrig bleiben (s. oben Fig. 45, *g*). Auch in ihm können verschiedene Zell- und Gewebeformen auftreten; insbesondere sind häufig die an die anderen Systeme unmittelbar angrenzenden Partien desselben durch besondere Zellformen ausgezeichnet.

Als Hypoderma bezeichnet man die Formen des Grundgewebes, welche als Begleiter der Hautgewebe auftreten. Sehr häufig (in den Stengeln und Blattstielen der Dicotyledonen) erscheint dasselbe als *Collenchym* (Fig. 55 *cl*), d. h. die Zellen sind eng, langgestreckt und an den Längskanten mit einer sehr quellungsfähigen Verdickungsmasse (*v*) versehen. In anderen Fällen besteht das Hypoderma aus faserförmig verlängerten Sklerenchymzellen, so z. B. in den Nadeln der Coniferen.

Strangscheiden sind diejenigen Formen des Grundgewebes, welche die Fibrovasalstränge zunächst umgeben und eine besondere Ausbildung erfahren haben. So sind die geschlossenen Fibrovasalstränge der Gräser (Fig. 48) und vieler Monocotyledonen von einer mehrschichtigen Scheide dickwandiger Prosenchymzellen umgeben.

Als Schutzscheide (Endodermis) bezeichnet man die einfache Schichte von Zellen, welche eine gemeinsame Hülle um die in einen Kreis

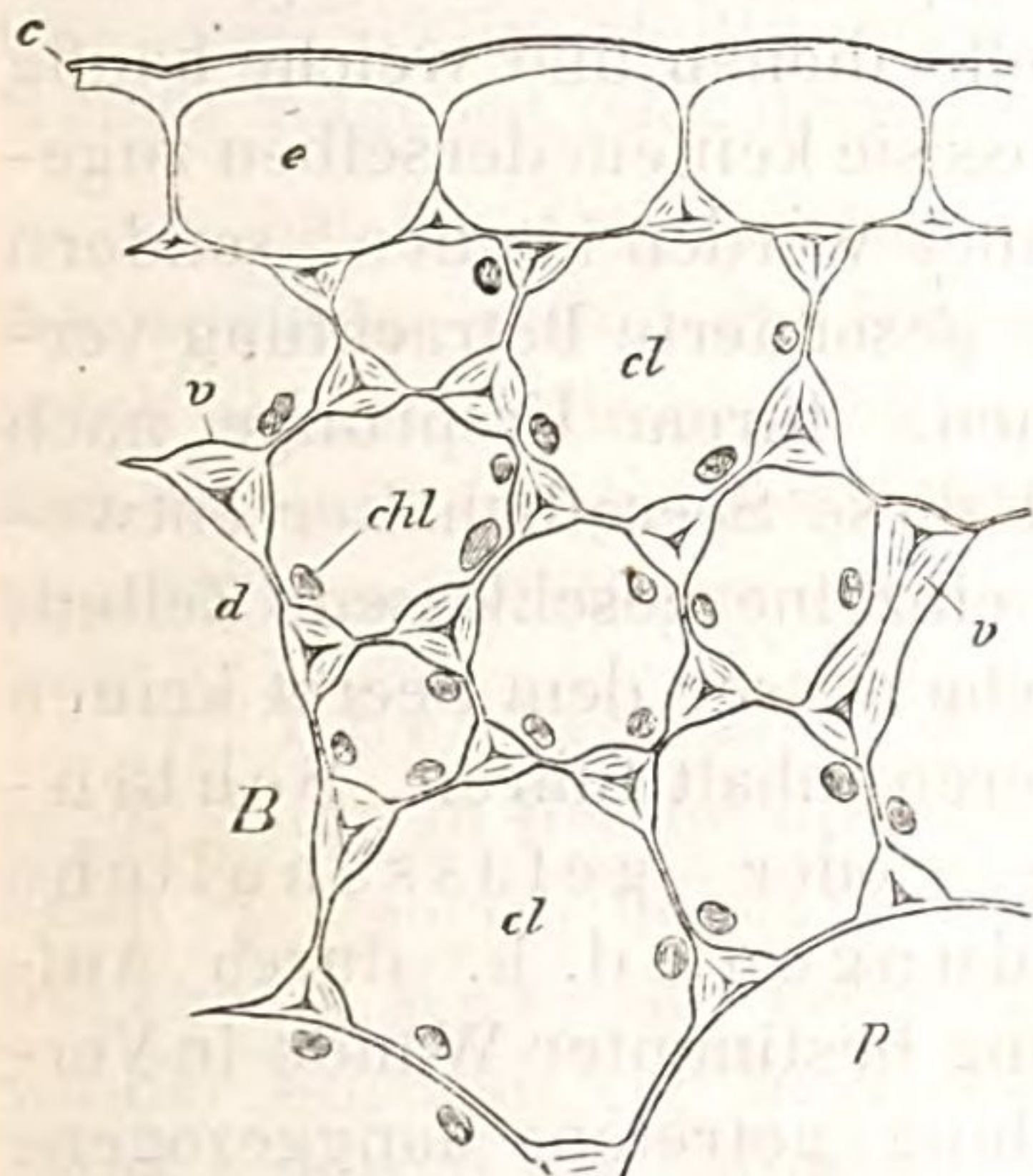


Fig. 55. Collenchymgewebe (cl) als Hypodermis des Blattstiels von Begonia (Querschnitt, 550); *e* Epidermis, *c* Cuticula; *chl* Chlorophyllkörner, *v* Verdickungsmasse der Collenchymzellen, *p* Parenchymzellen des Füllgewebes (nach Sachs).

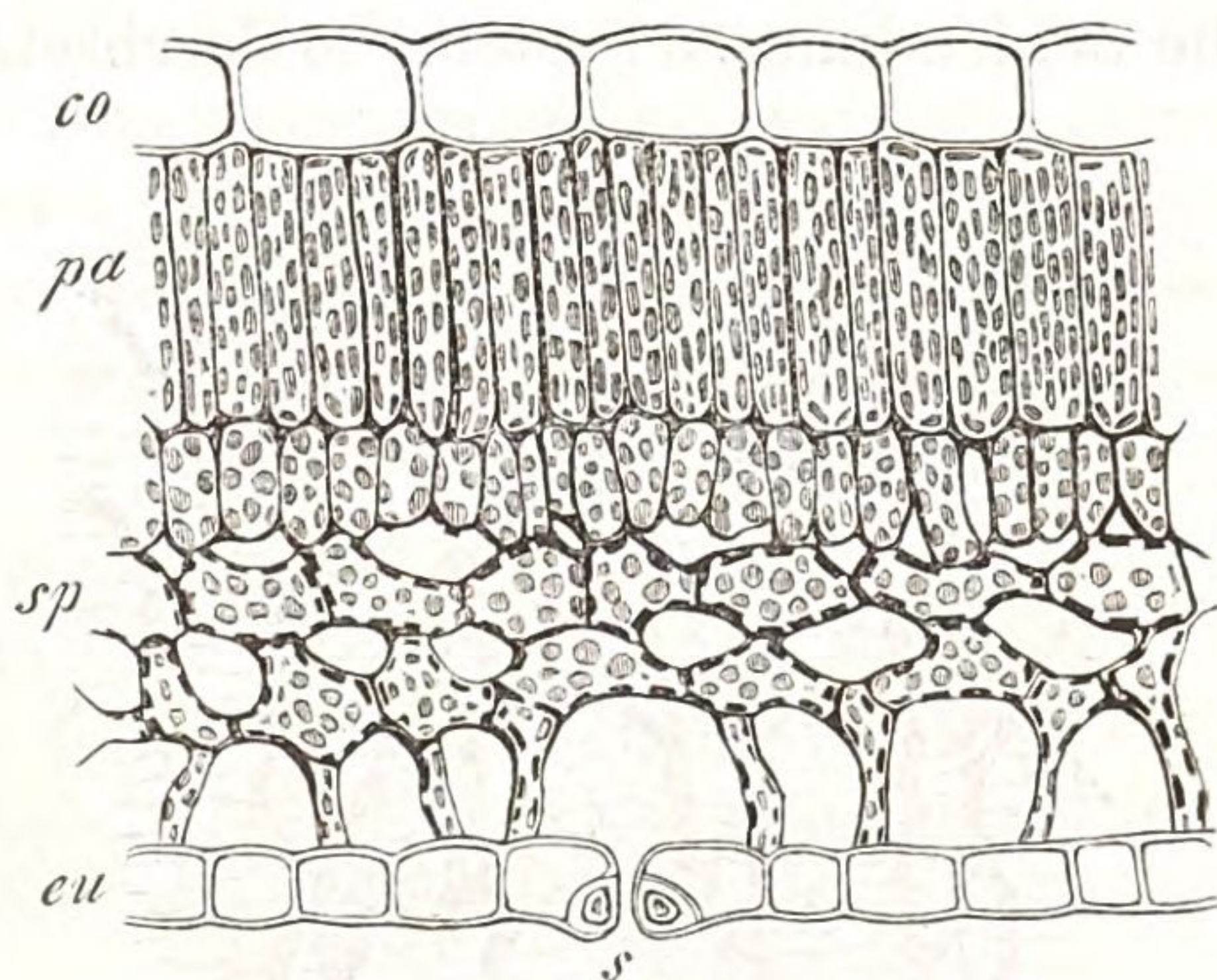


Fig. 56. Querschnitt durch ein Stück des Buchenblattes (350). *eo* Epidermis der Oberseite, *eu* Epidermis der Unterseite, *s* Spaltöffnung; *pa* Pallisadenparenchym; *sp* Schwammparenchym.

gestellten offenen Stränge bei vielen Dicotyledonen bildet (Fig. 47 *e*). Die Radialwände dieser Zellen sind meist eigenthümlich gefaltet und cuticularisirt.

Die übrige Masse des Grundgewebes, das Füllgewebe, besteht (mit Ausnahme des prosenchymatischen Grundgewebes im Stamm der Lycopodiaceen u. a.) aus dünnwandigem saftreichem Parenchym mit Intercellularräumen, welches entweder chlorophyllreich ist, wie z. B. in den Laubblättern und der Rinde von Stengeln, oder farblos wie im Innern saftiger Stengel, in allen Wurzeln und saftigen Früchten. Das chlorophyllreiche Grundgewebe der Blätter zeigt sehr häufig auf den beiden Blattseiten verschiedene Beschaffenheit, welche auch die Verschiedenheit in der Färbung beider Blattflächen meist mitbedingt. Das Gewebe der Oberseite besteht meist aus Pallisadenparenchym, d. h. aus schmalen, aber senkrecht zur Oberfläche gestreckten Zellen, die nur schmale Intercellularräume zwischen sich lassen (Fig. 56 *pa*); das Parenchym der Unterseite dagegen, das Schwammparenchym, wird von unregelmässig angeordneten, durch grosse Intercellularräume voneinander getrennten Zellen gebildet (Fig. 56 *sp*).

Die Zellen des Markes der Holzpflanzen sterben entweder sämmtlich (z. B. Sambucus) oder wenigstens theilweise ab.

In den verschiedensten Partien des Grundgewebes finden sich bald einzelne Sklerenchym- oder Steinzellen (z. B. im Fleisch der Birnen, im Rindenparenchym mancher Bäume, bald aber auch umfangreiche Sklerenchymgewebe, wie in der Schale mancher Früchte (z. S. Haselnuss) oder Fruchtsteine (z. B. Pflaumen).

§ 28. **Die Secretbehälter der inneren Gewebe.** Im Fibrovasalsystem wie im Grundgewebe finden sich ausser den bereits besprochenen Gewebeformen noch andere Bildungen, welche der Ausscheidung und Fortbildung gewisser besonderer, nicht allgemein verbreiteter Stoffe dienen und welche häufig die beiden inneren Systeme so durchsetzen, dass sie keinem derselben zuge-

rechnet werden können, sondern eine gesonderte Betrachtung verdienen. Ihrem Ursprunge nach sind diese Secretbehälter entweder einzelne geschlossene Zellen, welche ausser dem Secret keinen anderen Inhalt führen, Schläuche, oder gefässähnliche Bildungen, d. h. durch Auflösung bestimmter Wände in Verbindung getretene langgezogene Zellen, oder endlich Zwischenzellräume, mit Secret erfüllte Hohlräume, welche wiederum entweder durch Auflösung einer Gewebemasse (lysigen), oder durch Auseinanderweichen unverletzter Zellen (schizogen) entstanden sind (s. oben S. 38 § 23). Sie seien in Folgendem nach den Secreten geordnet geschildert:

1) Krystalle oder Krystalldrusen von oxalsaurem Kalk finden sich häufig in besonderen Schläuchen, namentlich im Grundgewebe von Monocotyledonen und im Bastkörper vieler Bäume.

2) Schleim erfüllt Schläuche bei Malvaceen, in der Rinde der Ulmen und Tannen, in den Knollen der Orchideen; in lysigen Interzellularräumen kommt Schleim bei Cacteen vor; auch das durch nachträgliche Umbildung von Zellgruppen entstehende Kirschgummi ist hierher zu rechnen.

3) Der Milchsaft, der aus vielen Pflanzen beim Anschneiden aus-

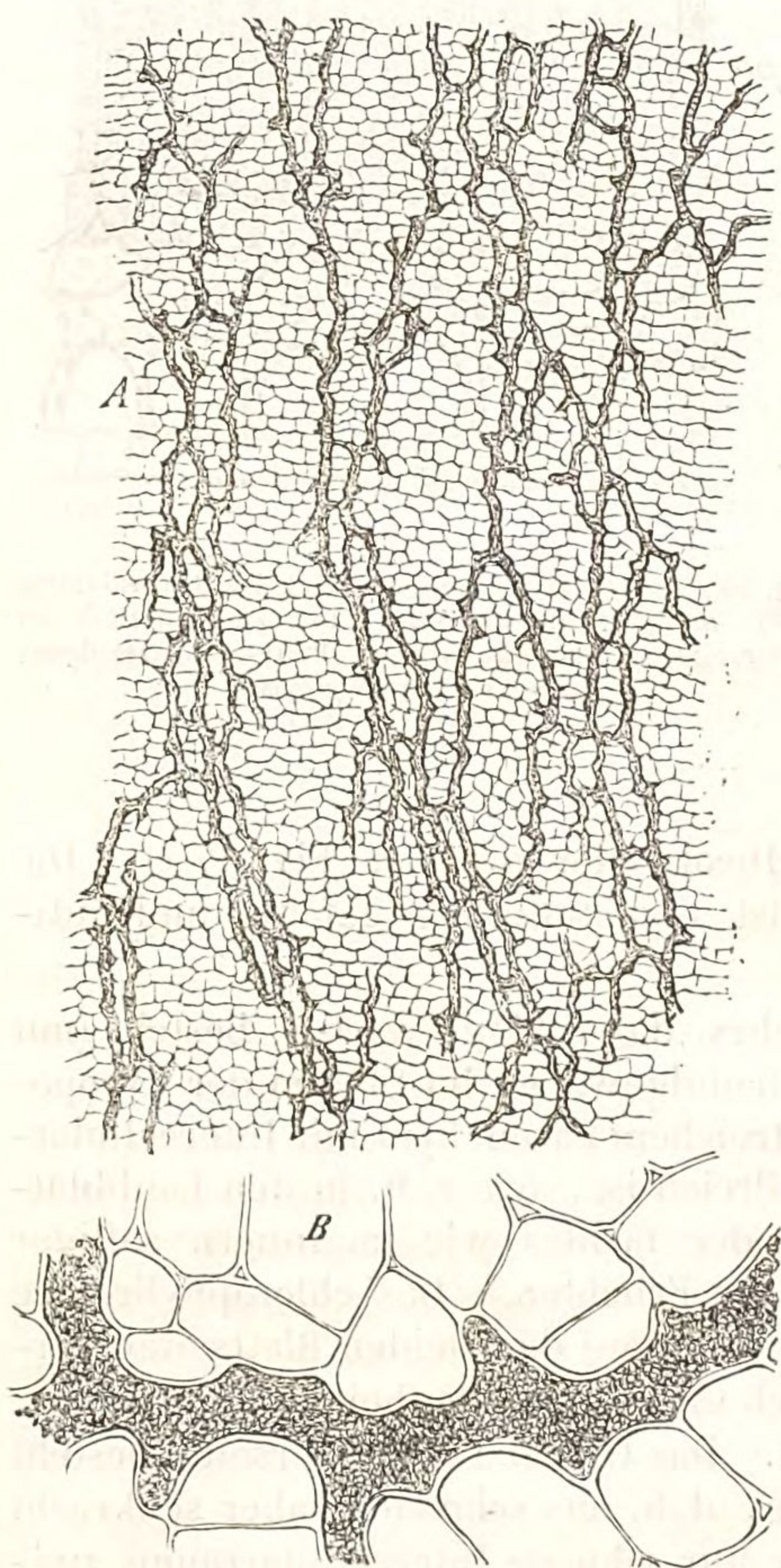


Fig. 57. Milchsaftgefässe im Phloëm der Schwarzwurzel (*Scorzonera hispanica*). Tangentialschnitt, A schwach, B ein kleines Stück davon stark vergrössert (nach Sachs).

fließende milchige Saft, erhält dieses milchähnliche Aussehen durch kleine feste Partikelchen, welche im wässrigen Saft suspendirt eine Art Emulsion bilden; häufig ist Kautschuk im Milchsafte enthalten, bisweilen (z. B. *Chelidonium*) ist er gelb gefärbt. Dieser Milchsafte findet sich, je nach den Pflanzenfamilien in verschiedenartigen Behältern vor:

a) bei den Cichoriaceen (z. B. Löwenzahn, Schwarzwurzel), den Campanulaceen und Papaveraceen erfüllt er Milchsaftegefäße, d. h. gerade oder mannigfaltig anastomosirende Reihen von Zellen, deren Querwände aufgelöst oder durchbrochen sind (Fig. 57);

b) bei den Euphorbiaceen (z. B. den Wolfsmilcharten), Urticaceen und Asclepiadeen erfüllt der Milchsafte geschlossene Zellen, welche vielfach verästelt sind und die ganze Pflanze durchziehen. Diese Milchzellen werden schon in der jungen, noch aus wenigen Zellen bestehenden Keimpflanze angelegt und wachsen, ohne sich zu theilen mit der ganzen Pflanze;

c) in Schläuchen, d. h. in Zellen von geringerer Dimension, welche nicht selten in Reihen übereinandergestellt sind, kommt der Milchsafte vor beim Spitzahorn, bei *Sambucus*, wo diese Schläuche im Umkreise des vertrockneten Markes als rothe Linien sichtbar sind, bei den Convolvulaceen, wo der Milchsafte viel Harz enthält, bei *Isonandra Gutta*, deren eingetrockneter Milchsafte die Guttapercha ist.

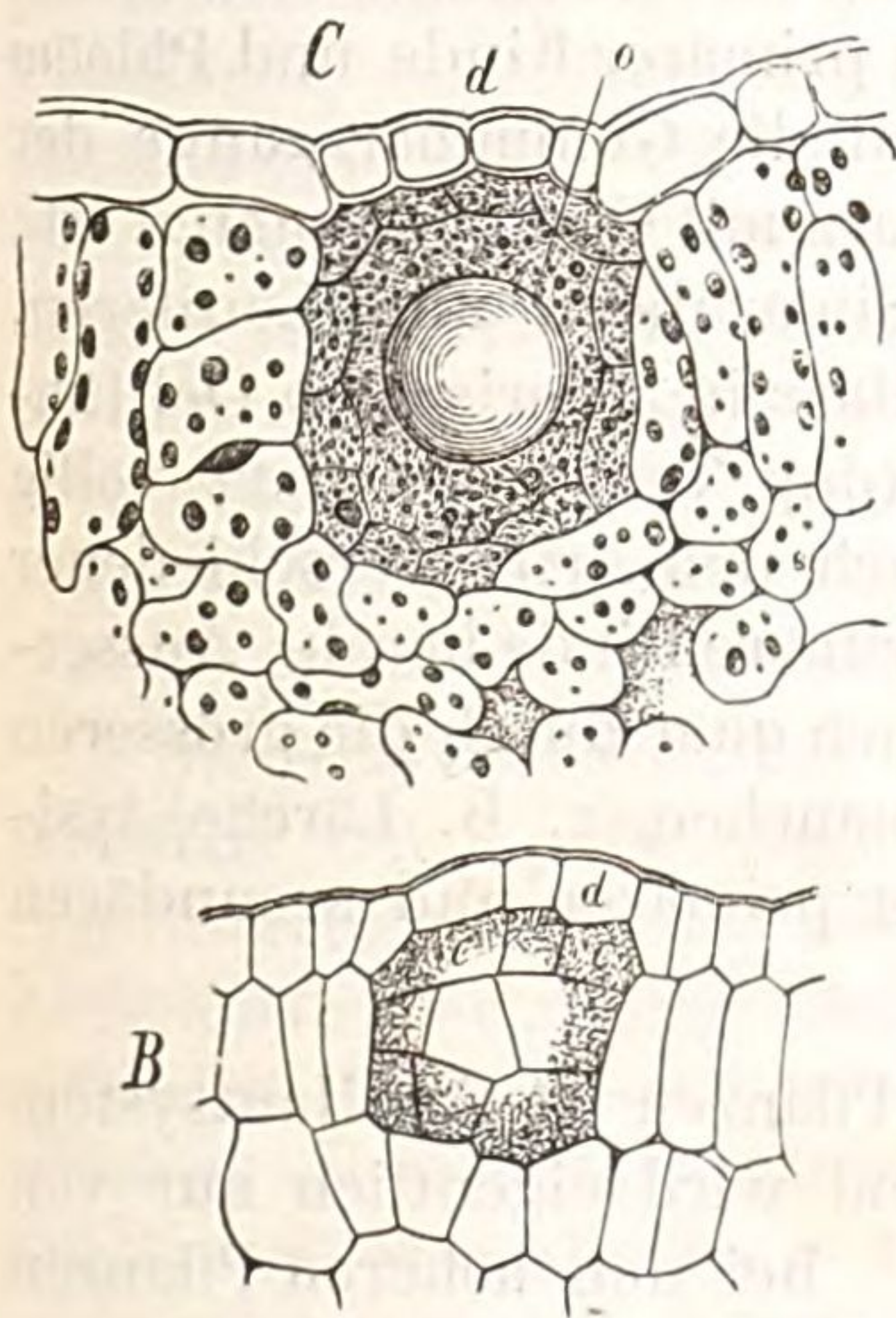


Fig. 58. Oellücke unter der Blattoberfläche von *Dictamnus Fraxinella* (320); B jüngerer, C fertiger Zustand; c Mutterzellen der Lücke vor der Auflösung, o ein grosser Tropfen ätherischen Oels (nach Sachs).

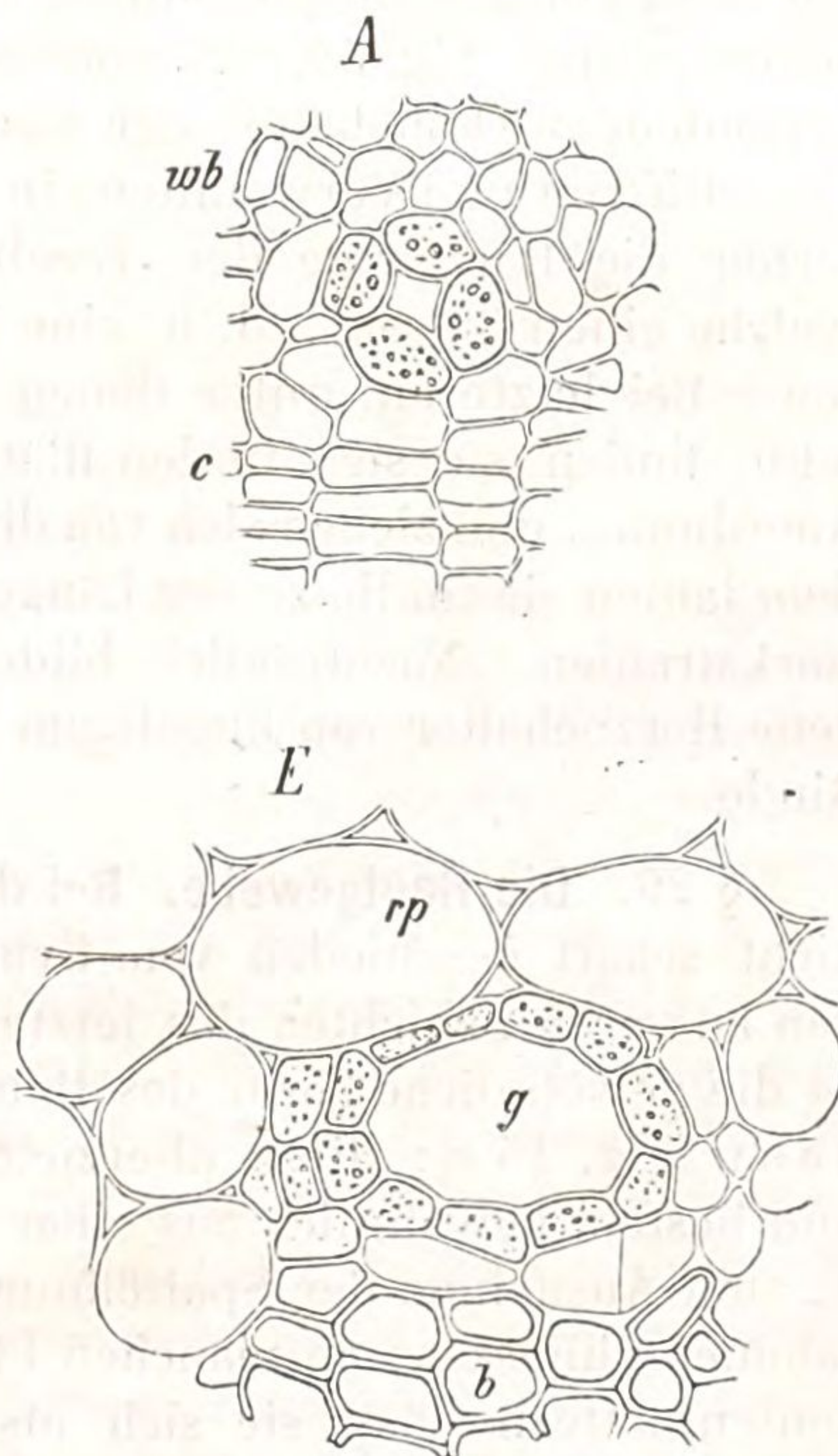


Fig. 59. Harzgänge im jungen Stamm des Epheus *Hederia Helix* (Querschnitt 800); A jüngerer, E älterer Zustand; g der Harzgang, c Cambium, wb Weichbast, b Bastfasern, rp Rindenparenchym (nach Sachs).

Alle diese Milchsafthälter kommen vorzugsweise in der Rinde und dem Phloëm, bisweilen auch an der Innenseite der Stränge der betreffenden Pflanzen vor. Eine grosse Anzahl der wichtigsten Arznei- und Industriestoffe wird aus dem Milchsafte gewonnen; so ist der Kautschuk der eingetrocknete Milchsafte hauptsächlich von *Siphonia elastica*, einer Euphorbiacee; ebenso ist das Opium nichts anderes als der Milchsafte aus den unreifen Fruchtkapseln des Mohns *Papaver somniferum*.

4) Harz und ätherisches Oel, häufig mit einander gemengt, finden sich:

a) in Schläuchen bei den Laurineen (z. B. der Kampher), den Zingiberaceen, bei *Acorus* u. a.; auch die einzelnen Harzzellen im Holz der Weisstanne gehören hierher.

b) in Intercellularräumen, welche einerseits lysigenen Ursprungs und dann meist von rundlicher Gestalt sind; sie werden als Lücken (früher meist als Drüsen) bezeichnet (Fig. 58); in solchen Lücken findet sich das Oel der Citronen, Orangen, der Rutaceen, Myrtaceen, bei *Hypericum*, deren Blätter durch diese ölhaltigen Lücken durchsichtig punctirt erscheinen.

Andere öl- und harzführende Intercellularräume sind schizogenen Ursprungs, entstanden durch Auseinanderweichen bestimmter Zellen, welche den meist in die Länge gestreckten Intercellulargang rings umgeben, und von dem übrigen Gewebe durch ihre Anordnung und Theilungsweise verschieden sind (Fig. 59). Hierher gehören die in primärer Rinde und Phloëm verlaufenden Oelbehälter der Compositen, und die Gummiharzgänge der Umbelliferen und Verwandten, in denen das Harz mit Gummi gemengt ist; ferner die Harzgänge der Terebinthaceen, Simarubeen und Coniferen, welche einen Balsam, d. h. eine Lösung von Harz in ätherischem Oel führen. Bei letzteren (unter denen nur der Gattung *Taxus* das Harz völlig fehlt) finden sie sich in den Blättern in je nach den Arten verschiedener Anordnung, und ziehen sich von diesen in die primäre Rinde herab. Ausserdem laufen sie im Holze der Länge nach und auch quer durch die grösseren Markstrahlen. Nachträglich bilden sich bei manchen (z. B. Lärche) lysigene Harzbehälter von kugeligem Umriss in der primären und secundären Rinde.

§ 29. **Die Hautgewebe.** Bei den niederen Pflanzen ist das Hautsystem nicht scharf geschieden vom Grundgewebe und wird eigentlich nur von den äusseren Schichten des letzteren gebildet. Bei den höheren Pflanzen ist die gewöhnliche Form des Hautgewebes die Epidermis oder Oberhaut (Fig. 45 e); diese überzieht die meisten einjährigen Pflanzentheile und besteht gewöhnlich aus einer einzigen Zellschicht, deren Zellen allseitig (mit Ausnahme der Spaltöffnungen, s. u.) ohne Zwischenzellräume zusammenschliessen; an manchen Pflanzentheilen (z. B. Zwiebelschalen, Begonienblättern) lässt sie sich als dünnes durchsichtiges Häutchen leicht abziehen. In einzelnen Fällen (z. B. Blätter von *Ficus*, *Peperomia*) zerfällt die ursprünglich einschichtige Epidermis in zwei oder mehr Zellschichten,

von denen dann aber nur die äusserste den Charakter der eigentlichen Epidermis trägt. Zuweilen sind die Epidermiszellen nur wenig verschieden von denen der darunter liegenden Schichten, so z. B. an den Wurzeln und den Blättern mancher Wasserpflanzen; wesentliche Verschiedenheiten jedoch von dem darunterliegenden Gewebe zeigen sie bei den an der Luft wachsenden Stengeln und Blättern, wo sie meistens noch durch besondere andere Bildungen, wie Spaltöffnungen und Haare ausgezeichnet sind. Nur selten enthalten die Epidermiszellen Chlorophyll, hingegen öfters gelöste Farbstoffe. Ihre Form ist an stark in die Länge wachsenden Pflanzentheilen meist langgezogen, an breiten Blättern meist breit tafelförmig; sehr häufig sind die Seitenwände wellenartig gebogen, so dass die benachbarten Epidermiszellen in einander eingreifen. Die äussere Wandfläche ist gewöhnlich stärker verdickt, als die übrigen Wände; ihre äusserste Hautschicht ist immer cuticularisirt und heisst Cuticula; sie ist gegen die inneren Hautschichten, welche auch in verschieden hohem Grade cuticularisirt sind, scharf abgesetzt (Fig. 60) und läuft ununterbrochen über die ganze Epidermis hin; sie hat die Neigung, nach aussen vorspringende Verdickungen zu bilden. Der Cuticula vieler oberirdischer Pflanzentheile sind Wachspartikelchen eingelagert, welche deren Oberfläche vor Benetzung mit Wasser schützen; öfters tritt dieses Wachs an der äusseren Fläche in Form von kleinen Körnchen, Stäbchen oder Krusten hervor und bildet dann bald einen abwischbaren, bläulichen Reif, bald aber auch grössere Ansammlungen wie auf den Früchten von *Myrica cerifera*, den Stämmen mancher Palmen (*Ceroxylon andicola* und *Klostockia cerifera*).

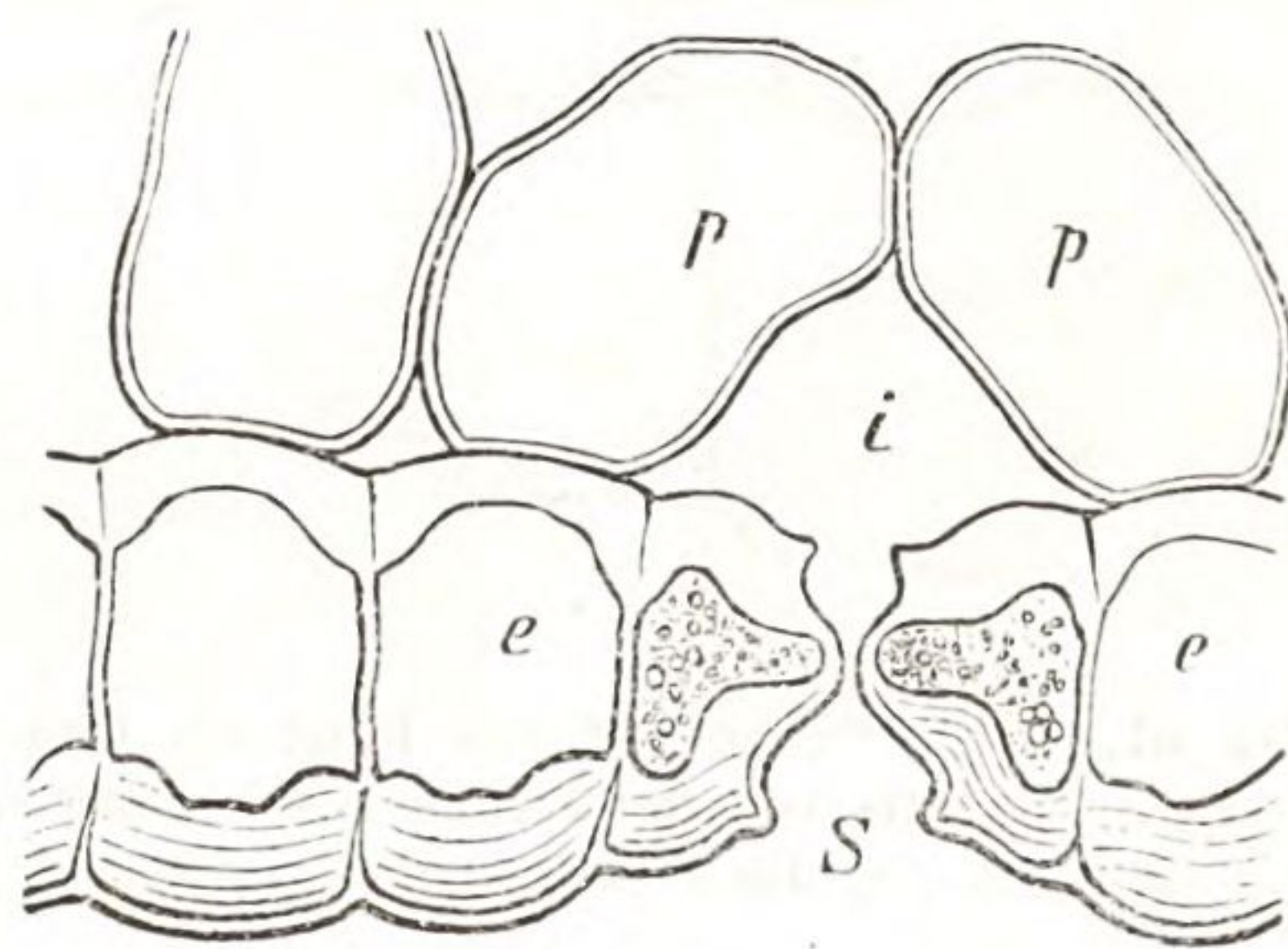


Fig. 60. Epidermis (*e*) mit einer Spaltöffnung (*S*) auf dem Querschnitt des Blattes von *Hyacinthus orientalis* (800); *p* Parenchym des Grundgewebes, *i* Athemhöhle (nach Sachs).

Die Spaltöffnungen sind Organe, welche stellenweise den Zusammenhang der Epidermiszellen unterbrechen und die Verbindung der in den Intercellularräumen und lufthaltigen Gefässen enthaltenen Luft mit der Atmosphäre vermitteln. Jede Spaltöffnung besteht aus zwei eigenthümlich gebauten Epidermiszellen, den Schliesszellen, welche von der Fläche gesehen meist halbmondförmig sind (Fig. 64 *sz*) und zwischen sich die Spalte (*sp*) einschliessen. Diese führt zu der Athemhöhle (Fig. 60 *i*), einem grösseren Intercellularraume zwischen der Epidermis und dem darunterliegenden Gewebe, mit welchem die übrigen Zwischenzellräume communiciren. Die gesamte Spaltöffnung entsteht dadurch, dass eine junge Epidermiszelle sich in zwei Zellen, die beiden Schliesszellen theilt, welche von einer anfangs einfachen, später sich spaltenden Scheidewand getrennt werden. Durch verschiedene äussere Einflüsse wird die Spalte bald verengert, bald erweitert, was durch Formänderung der Schliesszellen bewirkt wird. Die Spaltöffnungen finden sich an fast allen ober-

irdischen Pflanzentheilen, besonders zahlreich auf Blättern (bis 600 auf einem Quadratmillimeter), fehlen meistens an in Wasser untergetauchten und immer an den Wurzeln.

Die Haare sind Producte der Epidermis und entstehen durch Auswachsen meist einer Epidermiszelle (Fig. 62 *c, f*), welche einfach ohne

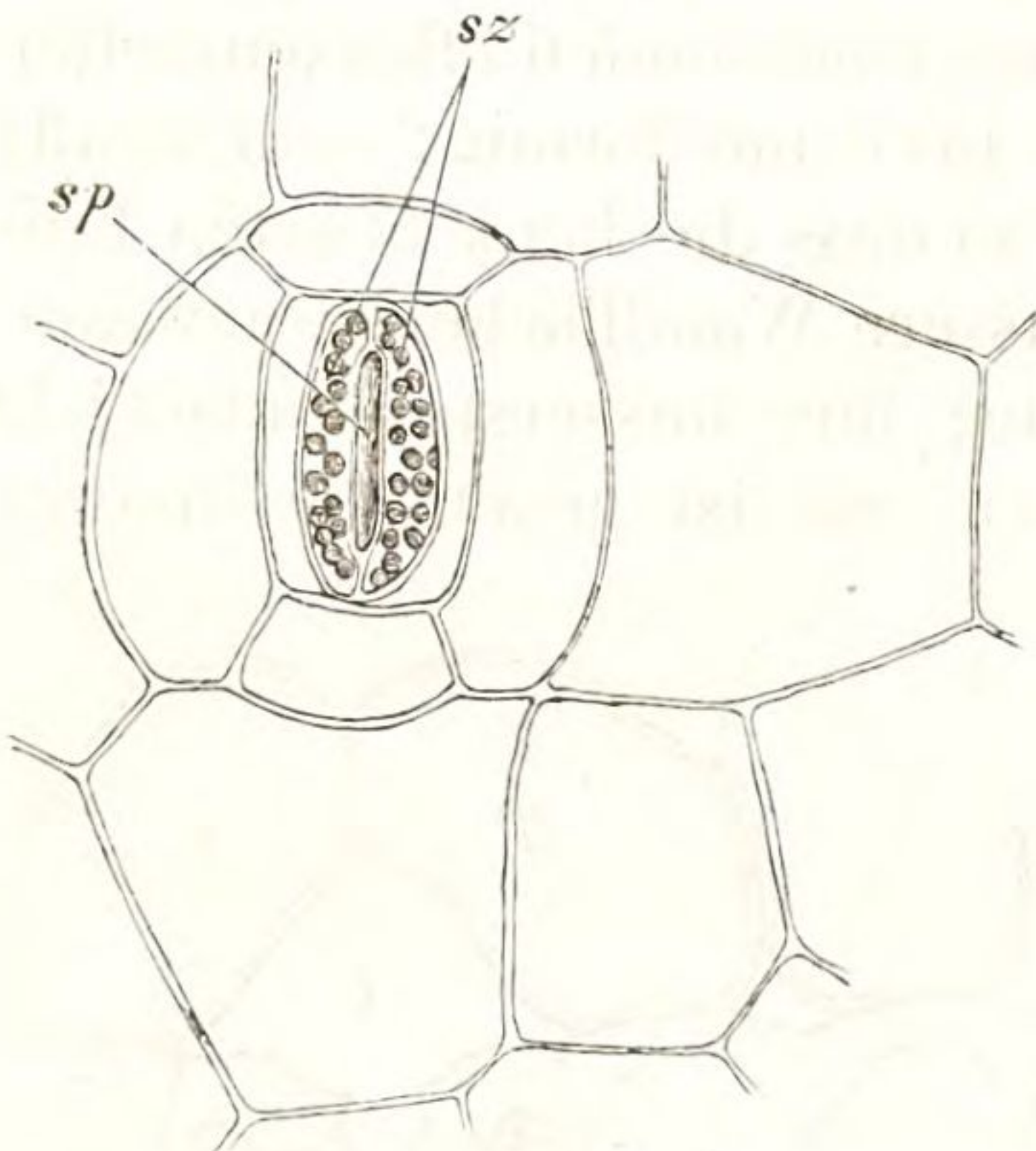


Fig. 61. Spaltöffnung auf dem Blatt von *Comelina coelestis* von der Fläche gesehen (300); *sp* Spalte, *sz* die beiden Schliesszellen.

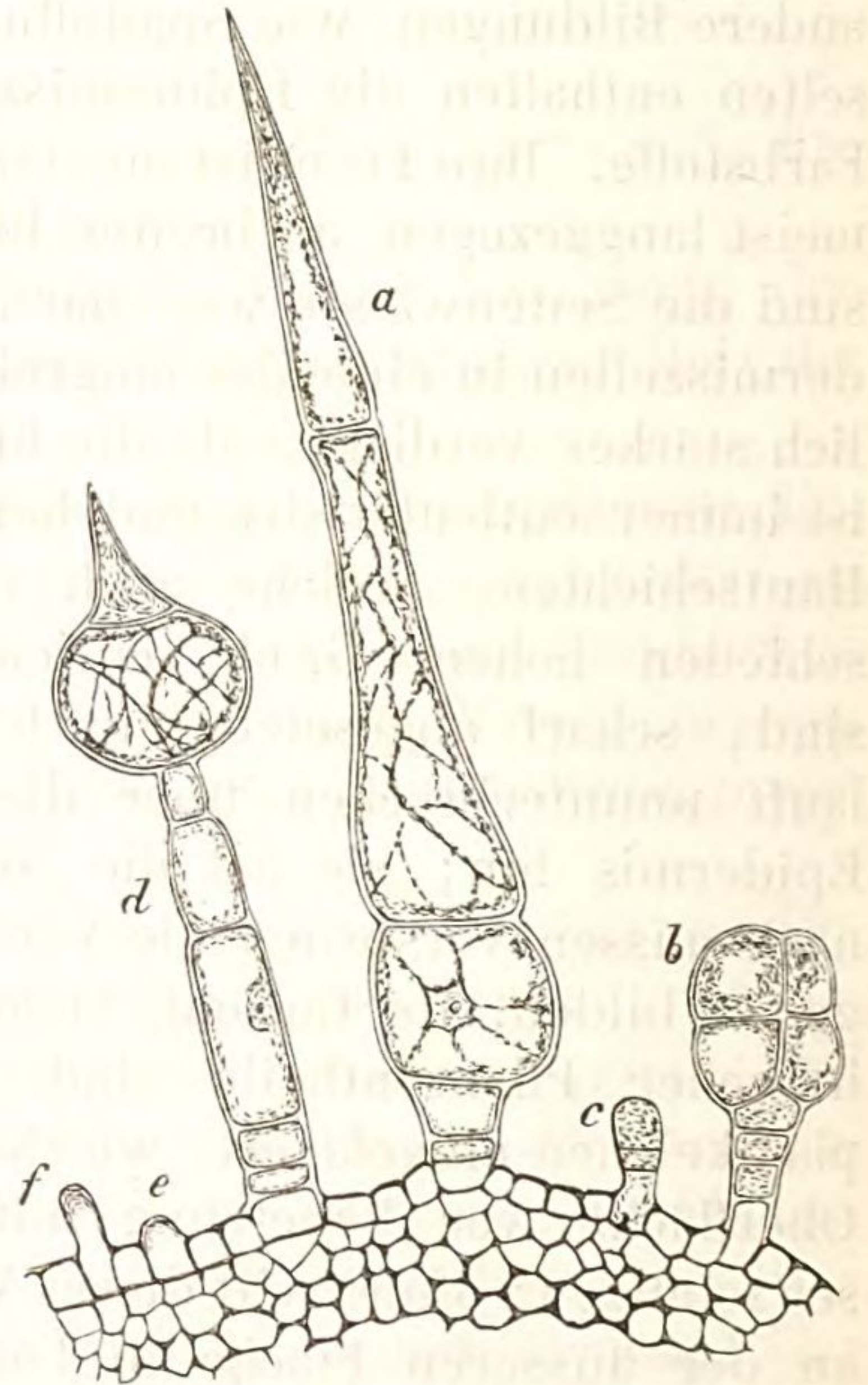


Fig. 62. Haare auf einem jungen Fruchtknoten von *Cucurbita* (100); *b* Köpfchenhaar, *c, e, f* junge Zustände.

Scheidewand bleiben kann (z. B. die Wurzelhaare, welche den sammetartigen Ueberzug auf jungen Wurzeln bilden, die Haare der Samenschale von *Gossypium*, aus welchen die Baumwolle besteht), oder sich wiederholt theilt, und eine Zellreihe erzeugt (Fig. 62 *a, d*); die ausgewachsene Epidermiszelle kann sich aber auch nach der Quere und Länge oder nach verschiedenen Richtungen theilen und so eine Zellfläche (z. B. die Spreuschuppen auf den Blättern der Farnkräuter) oder Zellkörper (z. B. die starken Haare auf den Früchten der Disteln und ähnlicher Pflanzen) erzeugen. Wird ein Haar nur an der Spitze zu einem Zellkörper oder schwellen die obersten Zellen stärker an, so heisst es Köpfchenhaar (Fig. 62 *b*). In manchen Fällen verschwindet der Inhalt der Haarzellen schon frühzeitig, so z. B. bei der Baumwolle, und wird durch Luft ersetzt. Die Membran verdickt sich bisweilen stark und lagert nicht selten auch grössere Mengen von Kalk und Kieselsäure in sich ein. Die Brennhaare der Brennesseln und anderer Pflanzen erzeugen einen scharfen Stoff, welcher dadurch, dass die Spitze sehr leicht abbricht, in die berührende Hand gelangt.

Die Drüsen oder Secretionsorgane der Epidermis sind dadurch ausgezeichnet, dass das Secret (häufig von klebriger Beschaffenheit) in der

Zellwand unter der Cuticula auftritt, diese abhebt und schliesslich zersprengt. Es findet diese Secretion statt häufig auf der Fläche der Epidermis (z. B. an jungen Birkenzweigen) oder auf besonderen umgrenzten Stellen der Epidermis (z. B. an den Blattzähnen von *Prunus*, *Salix* u. a., in den Nectarien der Blüthen), oder endlich sehr häufig an der Spitze von Köpfchenhaaren (z. B. *Primula sinensis*); solche drüsige Köpfchenhaare sind auch die Leimzotten, welche die jungen Organe in den Winterknospen der Bäume bedecken und mit ihrem Secret die sich entfaltenden Blätter überziehen. Einigen Pflanzen speciell eigenthümlich sind die Digestionsdrüsen, welche ein zur Auflösung fremder Stoffe dienendes Secret absondern, z. B. auf den Haaren von *Drosera* s. unten Fig. 72.

An Pflanzentheilen, welche in die Dicke wachsen, wie die Stämme und Zweige der Holzpflanzen, die Kartoffelknollen, die rübenförmigen Wurzeln, vermag die Epidermis der dadurch bedingten Dehnung gewöhnlich nicht zu folgen und es entsteht, meistens zunächst aus dem Rindengewebe ein neues Hautgewebe, der Kork, auch *Periderma* genannt. Derselbe besteht aus tafelförmigen, rechtwinklig zur Oberfläche des Pflanzentheiles reihenweise angeordneten Zellen, den Korkzellen, deren Membranen für Wasser kaum durchdringbar, verkorkt sind, deren Inhalt meist durch Luft ersetzt ist (Fig. 63 *k*). Die Korkzellen entstehen durch tangential Theilungen der Zellen eines hierzu bestimmten Meristems, des *Phellogen*, welches häufig nach innen hin noch parenchymatische, chlorophyllreiche Zellen, das *Peridermparenchym*, der Rinde hinzufügt.

Nur bei sehr wenigen Holzpflanzen, der Mistel und einer Ahornart (*Acer pennsylvanicum*) unterbleibt die Korkbildung völlig, oder tritt (bei *Evonymus*) erst an mehrjährigen Zweigen auf. Gewöhnlich erfolgt sie schon an einjährigen Zweigen gegen Ende des Sommers, wodurch deren ursprünglich grüne Farbe ins Bräunliche übergeht. Dieses *Periderm*, welches zum Ersatz der absterbenden Epidermis dient, und welches wir das primäre nennen wollen, bildet sich gewöhnlich in der der Epidermis unmittelbar angrenzenden äussersten Zellschicht der Rinde; nur selten (*Salix*, *Pomaceen*) wird die Epidermis selbst zum *Phellogen*, oder das *Phellogen* tritt in tieferen Rindenschichten (*Leguminosen*, *Lärche*, *Ribes*),

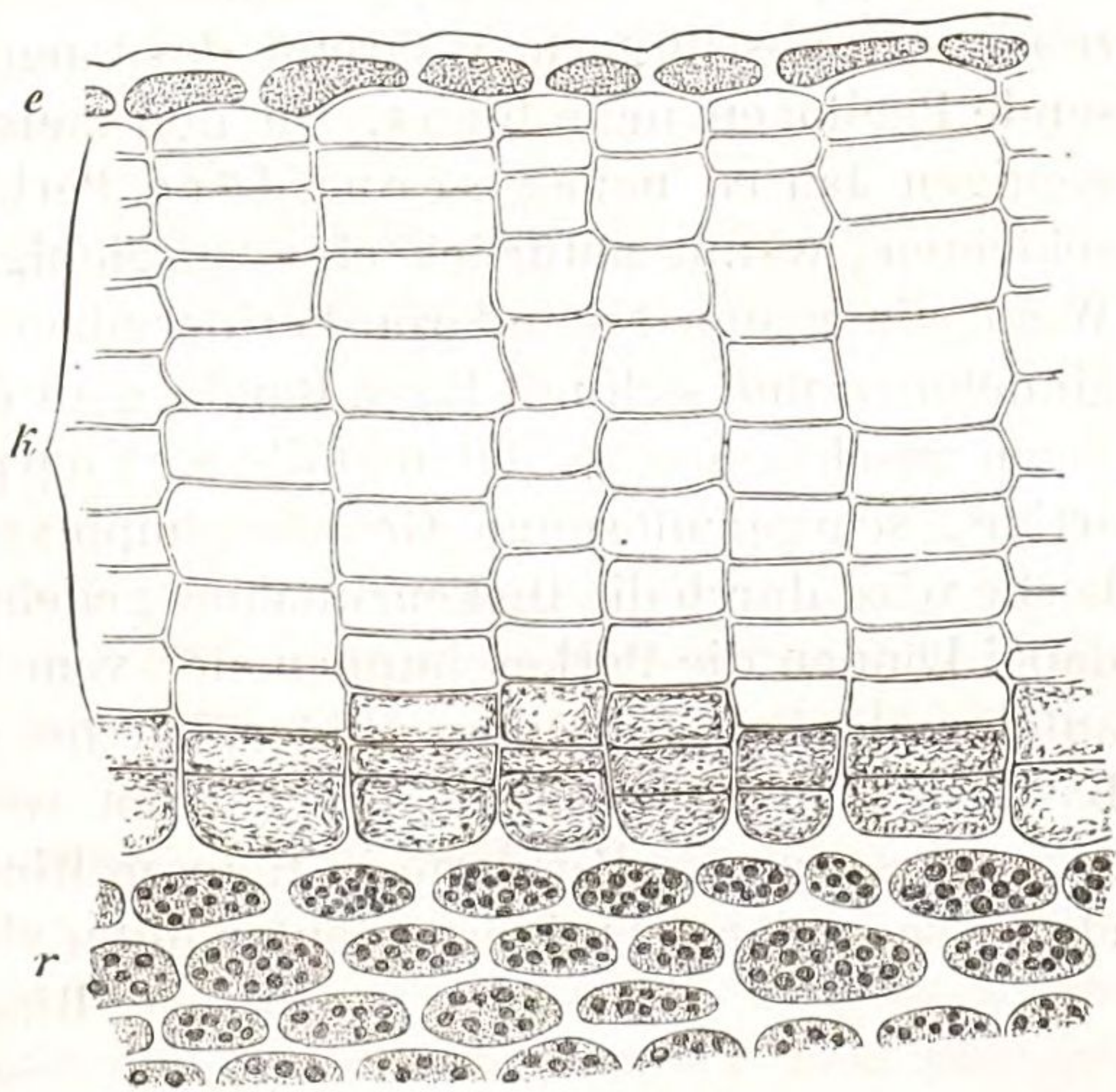


Fig. 63. Kork eines einjährigen Zweiges von *Ailanthus glandulosa* (Querschnitt, 350); *e* die abgestorbene Epidermis, *k* Korkzellen, innen noch theilungsfähig, als *Phellogen*, entstehend aus den Zellen der grünen Rinde (*r*).

selbst erst im Phloëm auf (Weinstock). Wegen der Undurchlässigkeit der Korkzellen für Wasser müssen alle ausserhalb des Periderms liegenden Gewebe vertrocknen; diese in Folge der Peridermbildung vertrocknenden Gewebe, welche somit verschiedenen Gewebesystemen angehören und die verschiedensten Zellformen enthalten können, werden als *Borke* bezeichnet. In den Wurzeln bildet sich das primäre Periderm stets im Pericambium; es wird folglich die gesamte, oft sehr mächtige Rinde in *Borke* verwandelt und abgeworfen (vgl. Fig. 49 B).

Wo das primäre Periderm in den äusseren Rindenschichten (oder der Epidermis) entsteht, bildet es mehrere Jahre hindurch die äussere Umhüllung der Zweige; es kann dabei sehr mächtig werden (z. B. an der Kork-eiche) und in abwechselnd dichtere und lockere Schichten gegliedert sein (z. B. bei der Birke, wo sich die Schichten als weisse Häutchen abziehen lassen); bisweilen (*Acer campestre*, Korkulme) tritt es an einzelnen Kanten der Zweige flügelartig vor. Bei wenigen Bäumen (z. B. Weisstanne) bleibt dieses primäre Periderm viele Jahre oder zeitlebens (Buche) erhalten, indem entsprechend der Dickenzunahme des Stammes die äussersten Korkzellen sich abschülfern, während das tangential sich dehnende und wachsende Phellogen neue bildet. In den meisten Fällen entstehen schon nach wenigen Jahren neue, secundäre Peridermlagen in tieferen Gewebeschichten, womit natürlich eine ausgiebige Borkebildung verbunden ist. Wenn die neuen secundären Peridermlagen nur einen Theil des Umfangs einnehmen und sich mit ihren Rändern an die vorhergegangenen Peridermlagen anschliessen, so entsteht die *Schuppenborke* d. h. einzelne inselartige, schuppenförmige Gewebecomplexe gehen in *Borke* über. Diese *Borke* wird durch die Dickenzunahme gedehnt und zerreisst in Folge dessen; dabei können die Borkeschuppen sich vom Stamme loslösen (*Platane*) oder aufeinander haften bleiben (*Kiefer*, *Lärche*) oder auch der Länge nach durch Bastfasern in Zusammenhang gehalten werden (*Robinia*). Wo hingegen schon das primäre Periderm in tieferen Rindenschichten auftritt, da bilden oft die secundären Periderme lauter unter sich parallele, in sich geschlossene

Ringe; es werden daher hohlcylindrische Rindenstücke in *Borke* verwandelt (*Ringelborke*). Die in diese *Borke* eingeschlossenen Bastfasern bedingen ihr longitudinales Zerreißen (z. B. Weinstock, *Clematis*, *Thuja*).

Wie die Epidermis Spaltöffnungen besitzt, so finden sich auch im Periderm Organe vor, welche den Zutritt der umgebenden Luft zum lebenden Rindengewebe ermöglichen; es sind dies die *Lenticellen* oder *Rinden-*

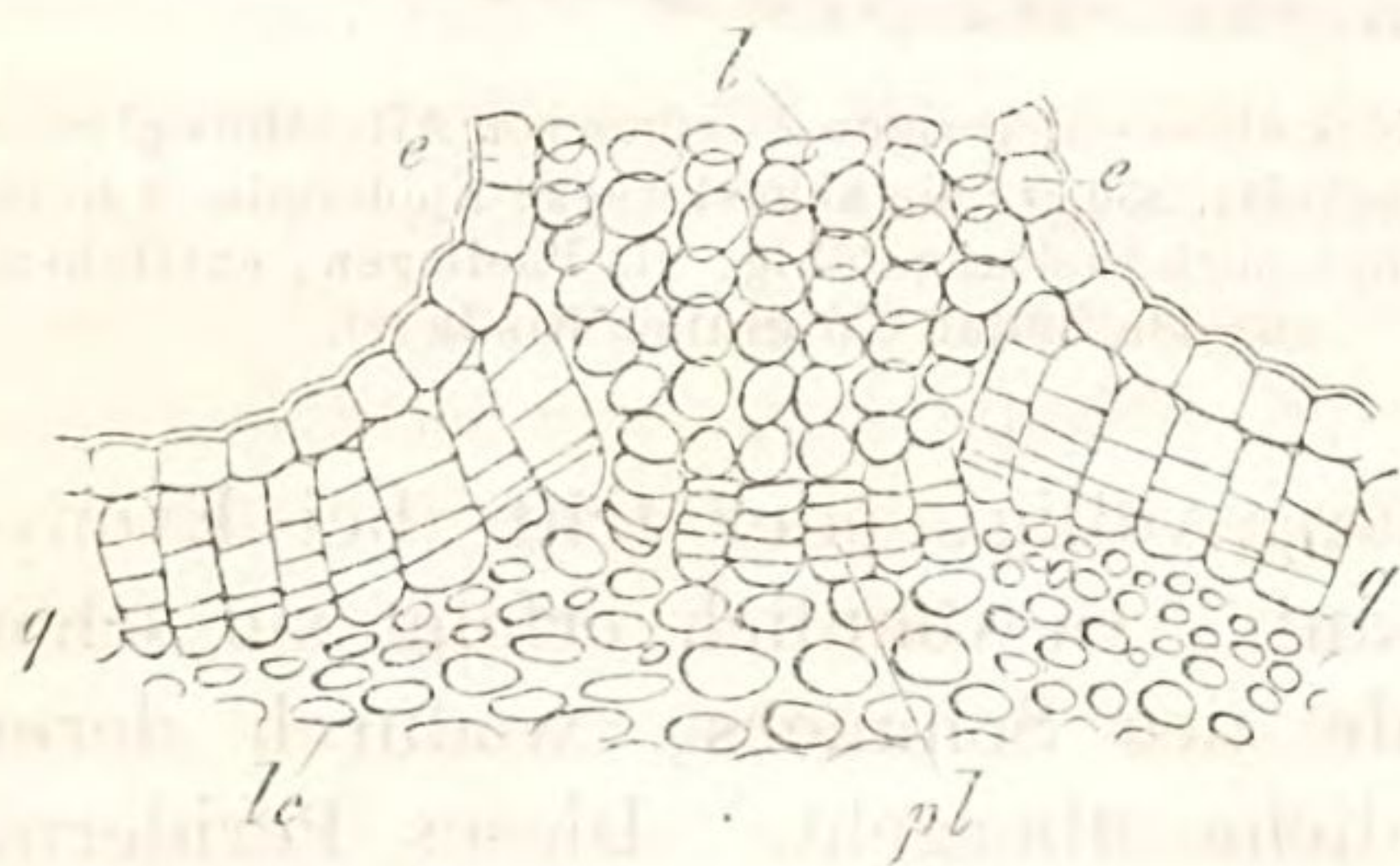


Fig. 64. Lenticelle auf einem Zweigquerschnitt von *Sambucus* (300); *e* Epidermis, *q* Phellogen, *l* die Füllzellen, *pl* das Phellogen der Lenticelle, *lc* chlorophyllhaltiges Rindenparenchym.

poren, nemlich meist kreisförmig umschriebene Stellen des Periderms,

an welchen die während des Sommers gebildeten Korkzellen nicht lückenlos zusammenschliessen, sondern durch Zwischenzellräume von einander getrennt sind. Im Winter sind die Lenticellen durch gewöhnliche Korkzellen geschlossen. Die Lenticellen sind am leichtesten wahrzunehmen an einjährigen Zweigen, wo sie im Sommer in Gestalt bräunlicher oder weisslicher Flecke an den Stellen auftreten, an welchen sich in der Epidermis Spaltöffnungen befinden. Von hier aus beginnt auch die allgemeine Korkbildung. An manchen Bäumen (z. B. Birke) werden die Lenticellen durch das Dickenwachsthum in die Breite gezogen. Wo die Korkschichte sehr mächtig ist (wie bei der Korkeiche) bilden die Lenticellen tiefe mit pulverigen Zellenmassen erfüllte Kanäle.

Bei den Holzpflanzen wird die Continuität des Hautgewebes durch das Abfallen der Blätter unterbrochen. Dieser Vorgang findet in einer sich erst im Herbst ausbildenden besonderen Gewebezone an der Blattbasis, der Trennungsschichte statt, deren Zellen in einer geraden Fläche sich durch Spaltung der gemeinsamen Wand unverletzt von einander lösen. Erst nachträglich bildet sich unter der Trennungsschichte am stehenbleibenden Theil der Blattbasis eine Korkschichte, welche sich an die übrige Umhüllung der Zweige durch Periderm anschliesst.

§ 30. **Das Urmeristem und die Scheitelzelle.** Das fortwachsende Ende, der Scheitel der Organe, z. B. der Wurzeln, Stengel, wird *Vegetationspunkt* genannt. An den Wurzeln ist derselbe schon äusserlich bemerkbar als eine Partie von gelblicher Färbung, welche von einer durchsichtigen kappenähnlichen Gewebemasse, der Wurzelhaube (s. § 7), überzogen wird; an Stengeln ist der Vegetationspunkt ganz von den jungen Blättern eingehüllt. An den Vegetationspunkten sind die bisher beschriebenen Zellformen und Gewebesysteme noch nicht vorhanden, hier findet sich vielmehr ein Gewebe, dessen Zellen sämmtlich theilungsfähig, protoplasmareich, dünnwandig sind und ohne Intercellularräume zusammenschliessen, das *Urmeristem* oder *Urgewebe*. Aus diesem bilden sich allmählig die verschiedenen Gewebesysteme heraus durch verschiedene Ausbildung der anfangs gleichartigen Zellen. Die meisten Blätter, Früchte und manche andere Organe bestehen in ihrer frühesten Jugend ganz und gar aus Urmeristem, welches sich später überall in die verschiedenen Gewebeformen und Systeme umbildet, so dass gar kein Urmeristem mehr übrig bleibt. An solchen Organen hingegen, welche ein lange andauerndes Scheitelwachsthum besitzen, wie die meisten Stengel und Wurzeln, bildet sich in demselben Maasse, als das Urgewebe in Dauergewebe übergeht, fortwährend wieder neues Urmeristem durch Entstehung neuer Zellen dicht am Scheitel. An der Wurzelspitze bildet das Urmeristem nach rückwärts die Gewebe des Wurzelkörpers, nach der entgegengesetzten Seite die Wurzelhaube, deren äusserste Zellen fortwährend abgestossen werden.

Bei den Kryptogamen geschieht die fortwährende Bildung des Urmeristems durch Vermittelung einer einzigen, durch Grösse und Form ausgezeichneten, die Spitze des Organs einnehmenden Zelle, der *Scheitel-*

zelle (Fig. 65 *v*). Aus ihr entstehen sämtliche Zellen des Urmeristems und somit des ganzen Pflanzenkörpers dadurch, dass sie sich in bestimmter Reihenfolge in je zwei Zellen theilt, von denen die eine der ursprünglichen Scheitelzelle an Gestalt ähnlich bleibt, wächst und wieder als Scheitelzelle

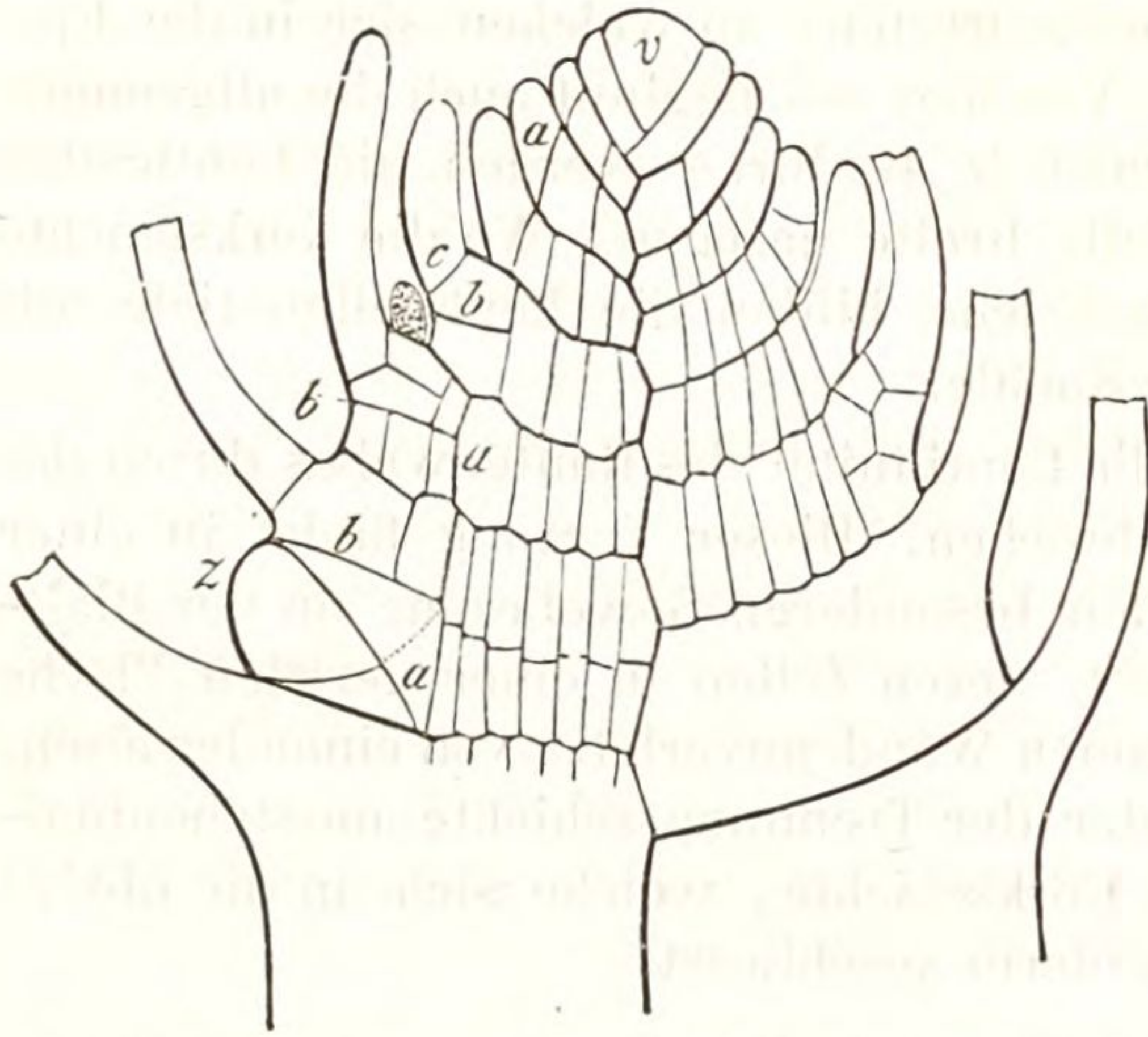


Fig. 65. Scheitelzelle (*v*) und deren Segmente. Längsschnitt durch die Stengelspitze eines Moores, *Fontinalis antipyretica* (vergrössert); die aus den einzelnen Segmenten entstandenen Gewebepartien sind durch stärkere Linien umzogen (nach Sachs).

fungirt, während die andere, das sog. Segment, durch weitere Theilungen (*a, b, c*, Fig. 65) einen Theil des Gewebes des betreffenden Organs bildet; das ganze Gewebe desselben setzt sich aus den einzelnen nacheinander erzeugten Segmenten zusammen. Die Art der Bildung der Segmente ist bei einigen Algen sehr einfach, wo die Scheitelzelle sich bloß durch Querwände theilt, die Segmente also eine Längsreihe bilden; complicirter ist der Vorgang, wenn die Segmente abwechselnd nach rechts und links durch schräge, aufeinanderstossende Wände abgegliedert werden; noch com-

plicirter an den Stengeln der Moose und Farne, wo die Scheitelzelle die Gestalt einer umgekehrten dreiseitigen Pyramide hat und sich in bestimmter Reihenfolge an den drei Seiten durch schräge Wände theilt (Fig. 65).

Die Vegetationspunkte der höheren Pflanzen dagegen, der Phanerogamen besitzen keine Scheitelzelle, auf welche sich die Zellen des Urmeristems ihrem Ursprung nach sämtlich zurückführen liessen.

§ 34. **Durch Verwundung veranlasste Gewebebildungen.** Die meisten Pflanzentheile besitzen die Fähigkeit, durch Verwundung blossgelegte Gewebeschichten gegen die äussere Umgebung abzuschliessen durch Wundkork, d. h. durch Bildung einer Korkschichte aus den äussersten unverletzt gebliebenen wachsthumsfähigen Zellen. Man kann diess leicht wahrnehmen an verletzten Früchten, Blättern, krautigen Stengeln, an denen die mit Kork bedeckten Wunden eine graubraune Färbung zeigen. An Kartoffelknollen lässt sich der Vorgang sehr leicht beobachten, indem jedes Stück eines lebenden Gewebes derselben, das nur vor zu raschem Austrocknen geschützt werden muss, sich an seiner ganzen Oberfläche mit einer der normalen Kartoffelschale gleich gebauten Korkschichte überzieht. — Pflanzen mit stark entwickeltem Holzkörper bilden, besonders wenn durch die Verwundung das Cambium blossgelegt oder verletzt wurde, nicht sofort Wundkork, sondern alle an die Wunde grenzenden lebensfähigen Zellen wachsen zu einem gleichartigen parenchymatischen Gewebe aus, dem

Callus. Ist die Wunde klein, so kommen die von verschiedenen Seiten hervorwachsenden Calluszellen bald in Berührung und schliessen zu einer einzigen Gewebemasse zusammen, die nun an ihrer Aussenfläche Kork, im Anschlusse an das alte Cambium aber eine neue die Lücke ausfüllende Cambiumschichte erzeugt. Ist die Wunde dagegen gross, so bildet sich Kork und neues Cambium in dem Callus jedes Wundrandes und der vollständige Schluss erfolgt erst nach wiederholtem Aufreissen der einander entgegenwachsenden Calluswülste. Das durch die Verwundung blossgelegte Holz, das sich unter dem Einfluss der Luft meist dunkel färbt, verwächst natürlich nicht mit dem aus dem neuen Cambium des Callus sich bildenden Holze; daher sind z. B. Inschriften, die in die Rinde (bis zum Holz) eingeschnitten wurden, im Holze später von der entsprechenden Anzahl von Jahresringen bedeckt, leicht aufzufinden. Aehnlich erklärt sich das Ueberwallen abgeschnittener Zweige, wo der Wulst anfangs ringförmig aus dem Querschnitt des Cambiums hervortritt und später kappenförmig über dem alten Holzkörper zusammenschliesst. Fremde Gegenstände, Pfähle, Steine, Stämme anderer Art können in das Holz des Baumes eingeschlossen, von diesem umwachsen werden, indem die durch den Druck des wachsenden Holzkörpers an den fremden Gegenstand gepresste Rinde an dessen Seiten aufreisst und der hervorwachsende Callus um den Gegenstand herumwachsend sich schliesst und neues Cambium erzeugt.

Stämme der gleichen Pflanzenart verwachsen bei gegenseitiger Berührung miteinander, indem der aus den beiderseitigen Rindenrissen hervorwachsende Callus verschmilzt und ein gemeinsames Cambium bildet. Hierauf beruhen auch die verschiedenen Arten der Veredlung, wobei Zweige oder mit Knospen versehene Rindenstücke einer Abart oder naheverwandten Art mit ihrem Cambium in Berührung mit dem Cambium eines als Unterlage dienenden Stammes gebracht und so zur Verwachsung veranlasst werden.

Dritter Theil.

Die Lebensvorgänge in der Pflanze (Physiologie).

Erstes Kapitel.

Chemische Vorgänge in der Pflanze.

§ 32. **Die Elementarstoffe der Pflanzennahrung.** Alle lebenden Pflanzentheile enthalten eine bedeutende Menge Wasser. Dasselbe macht ja nicht bloss den Hauptbestandtheil des Zellsaftes aus, sondern durchtränkt auch die Membranen, das Protoplasma, überhaupt alle organisirten Gebilde; es ist eine der hervorragendsten Eigenschaften dieser organisirten Gebilde, dass zwischen den kleinsten Theilchen ihrer Substanz Wassertheilchen eingelagert sind. Durch Erhitzen auf 100 bis 110° C. entfernt man alles in einem Pflanzentheil enthaltene Wasser, wodurch derselbe natürlich an Gewicht abnimmt. Dieser Gewichtsverlust, d. h. also die Quantität Wasser ist für verschiedene Pflanzentheile sehr verschieden; reife Samen im lufttrockenen Zustande z. B. enthalten an Wasser 12—15 Procent, krautige Pflanzen 60—80, manche Wasserpflanzen und Pilze selbst bis 95 Procent ihres Gesamtgewichtes.

Diejenige Substanz, welche beim Erhitzen bis über 100° C. kein Wasser mehr abgibt, die Trockensubstanz, besteht aus einer sehr grossen Anzahl von Stoffen, von chemischen Verbindungen. Dieselben sind zum Theil organische, d. h. Verbindungen des Kohlenstoffs mit anderen Elementen, zum Theil anorganische. Die in der lebenden Pflanze vorkommenden organischen Stoffe enthalten sämmtlich (mit Ausnahme der oxalsauren Salze) Wasserstoff; während einzelne, wie manche Oele, nur aus diesen beiden Elementen bestehen, enthalten die in grösster Menge auftretenden Cellulose, Stärke, Zucker, sowie die Säuren, und andere Oele ausserdem noch Sauerstoff. Die Eiweissstoffe bestehen aus Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff und Schwefel; anderen stickstoffhaltigen Körpern, wie dem Asparagin, vielen Alkaloiden fehlt der Schwefel; einigen anderen Alkaloiden, wie dem Nicotin, auch der Sauerstoff.

Die organischen Verbindungen werden bei sehr starkem Erhitzen unter Luftzutritt, d. h. beim Verbrennen in flüchtige Producte, grösstentheils Kohlensäure, Wasser und Ammoniak verwandelt. Die unorganischen bleiben hiebei als ein weisses (oder, wenn die Verbrennung nicht vollständig vor sich geht, graues) Pulver zurück, die Asche.

Durch chemische Processe während der Verbrennung gelangt der Schwefel der organischen Verbindungen als Schwefelsäure in die Asche; auch die bei der Verbrennung entstandene Kohlensäure verbindet sich mit einigen anorganischen Stoffen; dieselbe wird daher bei einer richtigen Darstellung der Aschenzusammensetzung nicht mit in Rechnung gebracht.

Die Asche macht gewöhnlich nur wenige Procente der Trockensubstanz aus; ein Bild von ihrer Menge und Zusammensetzung geben uns folgende Analysen von verschiedenen Pflanzentheilen:

1000 Theile der Trockensubstanz enthalten:

	Asche	Kali	Natron	Kalk	Mag- nesia	Eisen- oxyd	Phosphor- säure	Schwe- felsäure	Kiesel- säure	Chlor
Wiesenklee in der Blüthe	68,3	21,96	1,39	24,06	7,44	0,72	6,74	2,06	1,62	2,66
Weizenkörner	19,7	6,44	0,44	0,66	2,36	0,26	9,26	0,07	0,42	0,04
Weizenstroh	53,7	7,33	0,74	3,09	1,33	0,33	2,58	1,32	36,25	0,90
Kartoffelknollen	37,7	22,76	0,99	0,97	1,77	0,45	6,53	2,45	0,80	1,17
Aepfel	14,4	5,44	3,76	0,59	1,26	0,20	1,96	0,88	0,62	—
Erbsensamen	27,3	11,44	0,26	1,36	2,17	0,16	9,95	0,95	0,24	0,42

Diese Aschenbestandtheile sind keine zufällige Beimengung; sondern, wie Versuche gezeigt haben, sind gewisse anorganische Stoffe zum Leben der Pflanze unbedingt nothwendig. Diejenigen Elemente, welche die Pflanze zu ihrer Ernährung braucht, welche also als Nahrungsstoffe betrachtet werden müssen, sind:

1) Die der organischen Verbindungen:

Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Stickstoff, Schwefel.

2) Die der anorganischen Verbindungen:

Phosphor, (Chlor), Kalium, Calcium, Magnesium, Eisen.

Ausserdem finden sich in vielen Pflanzenaschen noch, sind aber ohne Bedeutung für die Ernährung:

Natrium, Lithium, Mangan, Silicium, Jod, Brom, und in seltenen Fällen noch: Aluminium, Kupfer, Zink, Kobalt, Nickel, Strontium, Baryum.

Das Fluor muss wohl auch in der Pflanzenwelt vorkommen, da es in der Zahnschmelze der sich (mittelbar oder unmittelbar) von Pflanzen ernährenden Thiere sich in erheblicher Menge vorfindet.

§ 33. **Die Aufnahme des Kohlenstoffs (Assimilation).** Das Material, aus welchem die chlorophyllhaltige Pflanze ihren Kohlenstoff bezieht, ist einzig und allein die Kohlensäure der atmosphärischen Luft (oder für Wasser-

pflanzen auch die im Wasser enthaltene Kohlensäure), welche unter der Einwirkung des Lichts von den chlorophyllhaltigen Zellen zersetzt wird. Setzt man eine Wasserpflanze (z. B. ein abgeschnittenes Blatt von *Potamogeton natans* oder ein Stengelstück der Wasserpest *Elodea canadensis*) in kohlensäurehaltigem Wasser dem Sonnenlichte aus, so bemerkt man alsbald, dass aus der Schnittfläche des Stengels oder Blattstiels in regelmässigen Zwischenräumen Gasblasen aufsteigen (Fig. 66). Dieselben be-

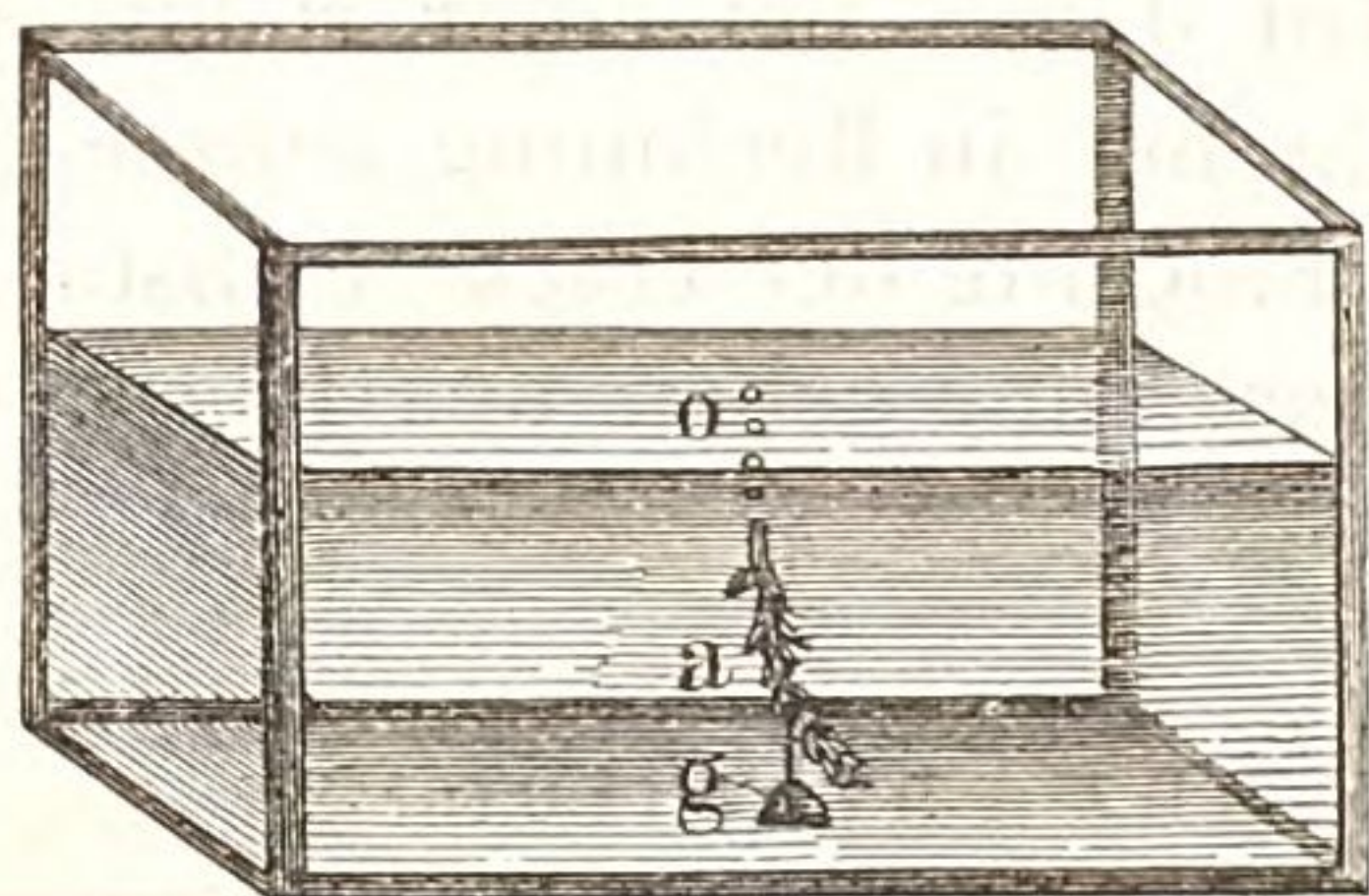


Fig. 66. Sauerstoffausscheidung einer Wasserpflanze (*Elodea canadensis*); *a* der abgeschnittene Stengel, *g* ein Gewicht, das den Stengel in aufrechter Stellung hält, *o* die aus der Schnittfläche aufsteigenden Gasblasen.

stehen aus Sauerstoff. Die Kohlensäure wird nemlich in den Chlorophyllkörnern in der Weise zersetzt, dass ein Theil ihres Sauerstoffs an die Atmosphäre zurückgegeben wird, der Rest aber sich mit den Elementen des Wassers verbindet zu organischen Verbindungen, welche Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff enthalten, letzteren aber in geringerer Menge, als er in der Kohlensäure (CO_2) vorhanden ist. Da fast sämtliche Nahrungsstoffe der Pflanze (nicht bloss die Kohlensäure) sehr sauer-

stoffreiche Verbindungen sind, zum grössten Theil sogar von höchstmöglichem Sauerstoffgehalt, die in der Pflanze erzeugten Stoffe aber alle arm an Sauerstoff, zum Theil sogar sauerstofffrei sind, so geht hieraus schon mit Nothwendigkeit hervor, dass bei der Ernährung der Pflanzen grosse Mengen von Sauerstoff abgeschieden werden müssen. Die erste organische Verbindung, welche wir als Product der Assimilation nachweisen können, ist bei den meisten Pflanzen die Stärke ($\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5$), welche in Form kleiner Körnchen in den Chlorophyllkörnern auftritt; seltener findet sich dort an deren Stelle Zucker oder fettes Oel. Ausser einer gewissen Temperatur ist die Mitwirkung des Lichts bei diesem Processe unentbehrlich; im Dunkeln wird kein Sauerstoff ausgeschieden und ebensowenig die Bildung der Stärkeeinschlüsse in den Chlorophyllkörnern beobachtet; von den einzelnen Strahlen, welche das weisse Sonnenlicht zusammensetzen, sind die minder brechbaren, besonders die gelben, die wirksamsten. Das Organ der Pflanzen für die Assimilation sind die chlorophyllreichen Theile, insbesondere die Laubblätter.

Auf anderem Wege wird von den grünen Pflanzen kein Kohlenstoff assimiliert; ausser diesem Vorgange kennen wir in der Natur überhaupt keine Umwandlung der Kohlensäure in sauerstoffärmere organische Verbindungen, es stammt daher sämtlicher Kohlenstoff, auch in den organischen Verbindungen des thierischen Körpers aus der in den Chlorophyllkörnern zersetzten Kohlensäure.

Eine Anzahl von Pflanzen, welche des Chlorophylls entbehren, nemlich sämtliche Pilze und einige höhere Pflanzen, wie die Flachsseide (*Cuscuta*), die Orobanche, *Monotropa*, können in Folge dieses Mangels die Kohlensäure nicht zersetzen und nehmen daher die organischen Verbin-

dungen direct aus anderen lebenden Pflanzen, sie schmarotzen, oder aus abgestorbenen Resten anderer Organismen (Humus). Erstere, welche sich auf lebenden Pflanzen ansiedeln, z. B. die Flachsseide, Orobanche, heissen Schmarotzer, Parasiten, letztere dagegen, die von abgestorbenen Resten, zum Theil von Fäulnissproducten leben, Fäulnissbewohner, Saprophyten, z. B. die Hutpilze.

§ 34. **Der Stoffwechsel.** Die durch die Assimilation in den Chlorophyllkörnern gebildeten Stoffe, in der bei weitem grössten Mehrzahl der Pflanzen also die Stärke, sind das Material, von welchem die Bildung aller anderen organischen Stoffe in der Pflanze ausgeht; es geschieht dies unter Mitwirkung der aus dem Boden aufgenommenen Stickstoffverbindungen und Mineralbestandtheile sowie des atmosphärischen Sauerstoffs. Die Stärkekörner (oder die äquivalenten Stoffe) werden immer wieder aufgelöst und aus den Chlorophyllkörnern fortgeführt; bei normalem Leben der Pflanze am Licht überwiegt die Neubildung über den Verbrauch; daher findet man die Stärkeeinschlüsse regelmässig in den Chlorophyllkörnern; bringt man aber eine Pflanze in Dunkelheit, so verschwinden die Stärkekörnchen nach und nach vollständig.

Von den Stoffen, die in der Pflanze erzeugt werden, sind diejenigen von hervorragender Bedeutung, aus welchen die Substanz der Membranen und des Protoplasma gebildet wird; sie werden als **Baustoffe** bezeichnet.

Die Membranen bestehen aus Cellulose, welcher die Zusammensetzung $C_6H_{10}O_5$ zukommt; die Untersuchung hat gezeigt, dass Stärke, Zucker, Inulin (welche eine ähnliche Zusammensetzung haben) und die Fette das Material für die Bildung der Cellulose liefern, also die Baustoffe der Membranen sind.

Das Protoplasma besteht wesentlich aus Eiweiss-(Protein-)stoffen; dieselben enthalten alle Stickstoff und Schwefel; solche Eiweissstoffe und andere stickstoffhaltige Verbindungen, wie das Asparagin, sind die Baustoffe für das Protoplasma und die ihm angehörigen Bildungen, wie die Chlorophyllkörner.

Die durch die Assimilation unmittelbar erzeugten Baustoffe werden gewöhnlich erst an anderen Orten oder doch zu einer anderen Zeit weiter verbraucht, daher werden sie zeitweilig abgelagert, zuweilen auch für längere Zeit in besonderen Organen angehäuft, und dann heissen sie **Reservestoffe**. Solche Organe, Reservestoffbehälter, sind alle Samen, welche fast immer ausser dem Keimpflänzchen auch die für dessen erste Entwicklung nöthige Nahrung enthalten, ferner die Knollen und verdickten Wurzeln (wie Kartoffeln, Dahlienknollen, Rüben), überhaupt die ausdauernden Theile mehrjähriger Pflanzen, bei den Stauden die Rhizome, bei den Bäumen und Sträuchern gewisse Gewebepartien der Aeste und des Stammes, bei den immergrünen Gewächsen auch die Blätter selbst.

Die Kartoffelknolle z. B. enthält bekanntlich grosse Mengen von Stärke; wenn deren Knospen zu Trieben und neuen Pflanzen auswachsen, verschwindet die Stärke in demselben Maasse, als neue Zellmembranen gebildet werden; in derselben Weise wird die Stärke der Getreidesamen,

der Rohrzucker der Runkelrübe, das Inulin der Dahlienknollen, das fette Oel der Samen von Raps, Kürbis, Sonnenrose u. v. a. verbraucht, um die Membranen der neuen Pflanze zu bilden. Gewisse Zellschichten, besonders die Markstrahlzellen der Bäume enthalten im Winter viel Stärke, welche beim Heranwachsen der neuen Triebe im Frühjahr aufgelöst und verbraucht wird. Auch Cellulose selbst findet sich als Reservestoff in den Samen der Dattel und anderer Palmen; die starken Verdickungen der Endospermzellen werden bei der Keimung aufgelöst und dienen zum Wachsthum der Keimpflanze.

Die oben § 45 beschriebenen Proteinkörner sind die Form, in welcher die eiweissartigen Stoffe als Reserve im Samen niedergelegt sind.

Lässt man die Samen im Dunkeln keimen oder die Triebe aus anderen Reservestoffbehältern wie Kartoffeln u. dgl. im Dunkeln sich entwickeln, so kann keine Assimilation stattfinden und sämtliche neugebildete Zellen sind auf Kosten der Reservestoffe herangewachsen; welchen Grad von Entwicklung eine solche im Dunkeln wachsende Pflanze erreicht, hängt von der Ausgiebigkeit der Reservenahrung ab, welche je nach den Pflanzenarten verschieden ist. Aus dem winzigen Samenkorn des Tabaks z. B. wächst im Dunkeln eine nur sehr kleine Keimpflanze heran, während die Kartoffelknolle, die Runkelrübe mächtige Pflanzen ernähren können.

Die als Reservenahrung abgelagerten Baustoffe gehen eine Reihe von Umwandlungen ein, bis sie ihr Endziel, die Cellulose oder die Eiweissstoffe des Protoplasma erreicht haben. Die Baustoffe der Membranen, mögen sie nun als Stärke, Rohrzucker, Inulin, fettes Oel oder Cellulose abgelagert sein, werden immer zum Theil in Traubenzucker verwandelt, dessen Lösung in den Parenchymzellen mittelst Diffusion an die Verbrauchsorte, die Bildungsstätten der neuen Zellen hingeleitet wird; sehr häufig findet ausserdem in den leitenden Geweben, vorzugsweise in den Strangscheiden, vorübergehende, transitorische Stärkebildung statt.

Die Zwischenproducte der eiweissartigen Reservestoffe sind wenig bekannt; ein grosser Theil derselben wandert in den dünnwandigen langgezogenen Zellen des Phloëms; bei einigen Pflanzen tritt als Zwischenproduct Asparagin auf, welches im Parenchymgewebe fortgeleitet wird.

In derselben Weise, wie die Stärke der Reservestoffbehälter, wird die Stärke aus den Chlorophyllkörnern den Verbrauchsorten zugeleitet, zum Theil, um sofort zum Wachsthum neuer Organe verwendet zu werden; zum Theil, um in den Reservestoffbehältern in einen der oben angeführten Stoffe sich umzuwandeln und aufbewahrt zu werden.

In den Pflanzen findet sich noch eine grosse Anzahl anderer Kohlenstoffverbindungen, welche nicht in unmittelbarer Beziehung zum Aufbau der neuen Zellen stehen; es sind dies Nebenproducte des Stoffwechsels, welche zum Theil als nothwendige Zersetzungsproducte bei der Umwandlung der Baustoffe entstehen, theils aber andere noch vielfach unbekannte Functionen zu verrichten haben. Solche Nebenproducte sind die Gerbstoffe, Farbstoffe, Säuren, Alkaloide, flüchtigen Oele u. s. w. Dieselben bilden sich

auch aus den Reservestoffen, welche somit niemals vollständig zum Aufbau neuer Organe verwendet werden.

Die Degradationsproducte endlich sind Endglieder des Stoffwechsels, welche im Organismus keine weitere Verwendung erfahren und aus den organisirten Bestandtheilen entstehen. Dahin gehören die meisten Gummiarten; das Tragantgummi z. B., welches von mehreren Astragalusarten ausgeschieden wird, lässt noch die Organisation der Zellhäute, die aber sehr quellungsfähig geworden sind, erkennen; das Kirschgummi entsteht ebenfalls durch Verflüssigung von Zellhäuten, ist aber in Wasser nicht löslich; das arabische Gummi endlich, welches von Acacien abstammt, besteht aus so weit veränderten Membranen, dass es wirklich in Wasser löslich ist.

§ 35. **Die Quelle und Bedeutung der übrigen Nährstoffe.** Alle Nährstoffe, mit Ausnahme der Kohlensäure, werden aus dem Boden aufgenommen.

Der Wasserstoff der organischen Verbindungen wird durch Zersetzung des Wassers gewonnen, welches sich überall in der Pflanze vorfindet und fortwährend aus dem Boden eintritt.

Der Stickstoff, welcher ein wesentlicher Bestandtheil der Eiweissstoffe ist, wird nicht in freier Form assimilirt; obwohl er sehr reichlich in der Atmosphäre vorhanden ist, geht doch eine Pflanze zu Grunde, deren Boden keine Stickstoffverbindungen enthält; solche allgemein verbreitete und der Pflanze zugängliche Stickstoffverbindungen des Bodens sind die salpetersauren Salze und die Ammoniakverbindungen. Eine besondere Stickstoffquelle besitzen die sehr wenigen fleischfressenden Pflanzen (z. B. *Drosera*, *Utricularia*), welche mit Hilfe der Blätter kleine Thierchen festhalten und aus diesen stickstoffhaltige Bestandtheile aufnehmen.

Der Schwefel, welcher Bestandtheil der Eiweissstoffe und einiger anderer Pflanzenstoffe (wie des Senföls) ist, wird aus den schwefelsauren Salzen des Bodens gewonnen; wahrscheinlich lässt sich hiemit die Bildung der Krystalle von oxalsaurem Kalk in Zusammenhang bringen, indem der aus dem Boden aufgenommene schwefelsaure Kalk durch die Oxalsäure zersetzt, der unlösliche oxalsaure Kalk ausgeschieden und die Schwefelsäure noch weiter zersetzt wird.

Der Phosphor ist ein Bestandtheil der Phosphorsäure, welche mit den Eiweissstoffen in enger Beziehung stehen muss, da sie stets in deren Gesellschaft gefunden wird; phosphorsaure Salze bilden einen Hauptbestandtheil der Asche von Samen.

Das Eisen ist, wenn es auch nur in geringen Mengen angetroffen wird, unumgänglich nothwendig zur Entstehung des Chlorophyllfarbstoffs, somit auch zur Assimilation. Pflanzen, welche sorgfältig ohne Eisen erzogen werden, bilden nach Erschöpfung ihres eigenen Eisenvorraths weisse Blätter; diese, chlorotisch oder bleichsüchtig genannt, erhalten ihre grüne Färbung unter Chlorophyllbildung alsbald, wenn man dem Boden Eisen zusetzt oder auch nur ihre Oberfläche mit einer sehr verdünnten Eisenlösung bestreicht.

Das Kalium findet sich in der Form von Kalisalzen zum Theil von organischen Säuren, wie Weinsäure, Traubensäure, Oxalsäure. Ohne Kaligehalt des Bodens findet keine Assimilation in den Chlorophyllkörnern statt; ausserdem müssen die Kalisalze in Beziehung stehen zu den Baustoffen der Membranen, da sie hauptsächlich in Pflanzentheilen getroffen werden, welche reich an Stärke, Zucker, oder ähnlichen Stoffen sind, so in den Kartoffeln, Runkelrüben, Weintrauben.

Calcium und Magnesium sind zur normalen Entwicklung nachgewiesenermassen nothwendig; Näheres über ihre Function ist aber nicht bekannt. Sie finden sich als Kalk- und Magnesiasalze sowohl mit organischen als unorganischen Säuren.

Für das Chlor ist die Unentbehrlichkeit einstweilen nur an einer Pflanze, dem Buchweizen (*Polygonum Fagopyrum*) experimentell nachgewiesen.

Man hat sich durch Vegetationsversuche überzeugt, dass man eine Pflanze vollständig ernähren kann, wenn man ihr die bisher als wesentlich genannten Elementarstoffe sämmtlich in geeigneter Form darbietet; dies kann geschehen zum Beispiel in folgenden Verbindungen:

1.

Salpetersaurer Kalk,
Salpetersaures Kali,
Saures phosphorsaures Kali,
Schwefelsaure Magnesia,
Phosphorsaures Eisen
(Chlornatrium).

2.

Salpetersaurer Kalk
Salpetersaures Ammoniak
Schwefelsaures Kali
Phosphorsaure Magnesia
Eisenchlorid.

Bei jeder der beiden Combinationen, sowie bei anderen ebenfalls möglichen, derselben Säuren und Basen sind alle nöthigen Elemente in geeigneter Form vertreten.

§ 36. **Die unwesentlichen Aschenbestandtheile.** Die Kieselsäure, bekanntlich die Verbindung von Silicium mit Sauerstoff, unterscheidet sich in ihrem Vorkommen von den bisher betrachteten Aschenbestandtheilen nicht nur dadurch, dass sie bald in grösseren, bald in kleineren Mengen auftritt, sondern auch besonders dadurch, dass sie erst mit zunehmendem Alter der Organe sich in denselben anhäuft. Hieraus geht hervor, dass sie mit den chemischen Vorgängen der Ernährung unmittelbar kaum in Zusammenhang steht. Ausserdem hat man Pflanzen, die sonst reich daran sind, zu anscheinend normaler Entwicklung gebracht, auch ohne dass sie Kieselsäure aufnehmen konnten.

Jod und Brom finden sich in vielen Meerespflanzen, besonders Algen, und werden auch daraus gewonnen; ob sie für deren Leben Bedeutung haben, ist nicht bekannt.

Das Natrium gelangt bei seiner allgemeinen Verbreitung auch in die Pflanze.

Das Lithium findet sich in mehreren Pflanzenaschen, besonders mancher Tabakssorten.

Zink, Kupfer und die übrigen Metalle werden, obwohl sie gewöhnlich nicht in den Pflanzenaschen vorkommen, doch von solchen Pflanzen aufgenommen, welche in einem daran sehr reichen Boden wachsen, woraus zugleich deutlich hervorgeht, dass die Pflanzen auch solche Stoffe aufnehmen können, welche sie zu ihrem Gedeihen durchaus nicht brauchen.

§ 37. **Die Aufnahme der Nährstoffe aus dem Boden.** Abgesehen von den schwimmenden Wasserpflanzen, wie z. B. *Utricularia*, welche ihre gesammte Nahrung (auch die Kohlensäure) aus dem umgebenden Wasser aufnehmen, wachsen die allermeisten Pflanzen auf nassem oder porösem trockenem Boden, dem sie ihre Nahrungsstoffe, mit Ausnahme der Kohlensäure entziehen. Die Organe hiezu sind die Wurzeln und bei den wurzellosen Pflanzen Haare, Sprosse oder Thalluszweige, welche deren Stelle vertreten. An den Wurzeln sind es die Epidermiszellen und deren Haare (Fig. 67h), welche mit den Bodentheilchen und dem diesen adhären den Wasser in Berührung kommen. Einige Nährstoffe sind in diesem Wasser des Bodens gelöst und gelangen unmittelbar durch Diffusion in die Wurzelzellen; andere werden durch den sauren Saft, der in den Wurzelzellen enthalten ist und auch deren Membranen durchtränkt, zersetzt und gelangen als Salze organischer Säuren in die Pflanze; lässt man Wurzeln über polirte Marmorplatten hinwachsen, so wird an den Stellen, welche unmittelbar von den Wurzeln berührt werden, der kohlensaure Kalk zersetzt und man erhält so einen Abdruck des ganzen Wurzelsystems auf der Platte. Eine dritte Gruppe von Nährstoffen endlich wird im Boden auf eigenthümliche Weise festgehalten, so dass sie durch Wasser nicht ausgewaschen, wohl aber von der Pflanze aufgenommen werden können; sie sind im Boden absorbirt. Deren Aufnahme, sowie die der in fester Form vorhandenen Stoffe, wird der Pflanze hauptsächlich dadurch ermöglicht, dass die Wurzelhaare mit den Bodentheilchen aufs innigste verwachsen; zieht man eine kräftig wachsende Pflanze aus dem Boden, so sind diejenigen Wurzelstücke, welche mit Haaren überzogen sind (nicht die Spitzen und nicht die ältesten Theile) dicht von Erdbartikelchen eingehüllt, welche ohne Zerreißung der Haare nicht abgetrennt werden können.

Aus der Erfahrung, dass Pflanzen, welche dicht beisammen im nämlichen Boden oder selbst in demselben Wasser gewachsen waren, verschiedene Zusammensetzung der Asche, sowohl unter sich, als von der Zusammensetzung des Bodens haben, hat man den Schluss gezogen, dass der Pflanze ein Wahlvermögen zukomme, gewisse Stoffe mit Vorliebe aufzunehmen und andere zurückzulassen. Allein diese Erscheinung lässt sich einfach nach den bekannten Diffusionsgesetzen erklären. Ein in der Um-

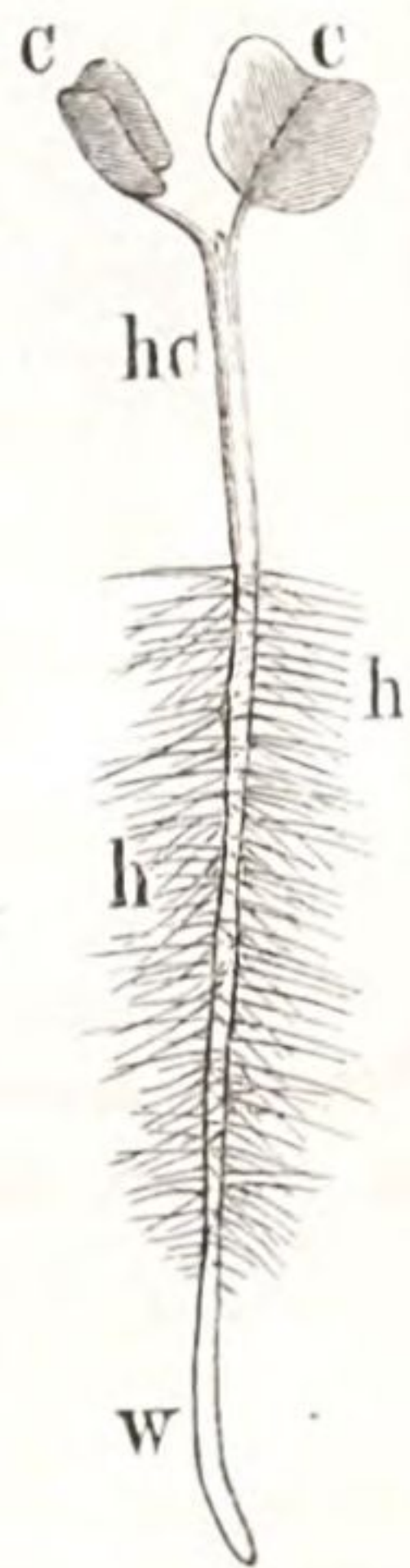


Fig. 67. Wurzelhaare (h) an der Hauptwurzel (w) einer in Wasser erwachsenen Keimpflanze des Buchweizens *Polygonum Fagopyrum*, hc hypocotyles Glied, c die Cotyledonen.

gebung der Pflanze gelöster Stoff (es gilt dies auch für die absorbirten und durch die Thätigkeit der Pflanze selbst in Lösung gehenden) wird in die Zellen der Wurzel so lange hineindiffundiren, bis Gleichgewicht zwischen den beiderseitigen Flüssigkeiten hergestellt ist; wird der Stoff in der Pflanze nicht verbraucht, also nicht verändert, so bleibt ein den Umständen

entsprechender Gleichgewichtszustand bestehen und es wird keine weitere Aufnahme stattfinden; wird er aber in der Pflanze verbraucht, somit verändert, so ist er als solcher in der Pflanze nicht mehr vorhanden und es werden fortwährend neue Quantitäten einströmen. Der Verbrauch ist nun für verschiedene Pflanzenarten ein verschiedener und so erklärt sich die Verschiedenartigkeit in der Aschenzusammensetzung nebeneinanderstehender Pflanzen.

Die Nothwendigkeit gewisser Aschenbestandtheile für das Leben der Pflanze ist eine Thatsache, die für die Landwirthschaft hervorragende Bedeutung gewonnen hat. Alle Aschenbestandtheile und die Stickstoffverbindungen werden jährlich durch die Ernte in bedeutenden Mengen von den Feldern hinweggeführt. Diejenigen, welche im Boden in verhältnissmässig geringer Menge vorkommen, wie Phosphorsäure, Kali und Stickstoffverbindungen müssen wieder ersetzt werden, und dieser Ersatz ist die Aufgabe der Düngung.

§ 38. **Der Sauerstoff; Athmung.** Bei der Ernährung werden beständig grosse Mengen von Sauerstoffverbindungen in die Pflanze eingeführt; und da die aus diesen Verbindungen entstehenden assimilirten Stoffe sauerstoffarm sind, wird bei der Assimilation ein sehr grosser Theil dieses in Verbindungen enthaltenen Sauerstoffes abgeschieden und aus der Pflanze entfernt. — Im Gegensatz zu diesem Vorgange, welcher ausschliesslich in den chlorophyllhaltigen Zellen und unter Mitwirkung des Lichtes stattfindet, nehmen nun aber alle Pflanzentheile und zu jeder Zeit aus der Atmosphäre Sauerstoff auf, um dafür Kohlensäure auszuscheiden. Dieser Vorgang ist die *Athmung*, welche man von dem entgegengesetzten Process der Assimilation streng zu unterscheiden hat. Dass die Pflanze, indem sie durch die Assimilation Kohlen-

säure zersetzt, und umgekehrt bei der Athmung Kohlensäure erzeugt, dennoch an Gewicht zunimmt und Kohlenstoffverbindungen in sich anhäuft, erklärt sich einfach daraus, dass eben die Athmung der Pflanzen für

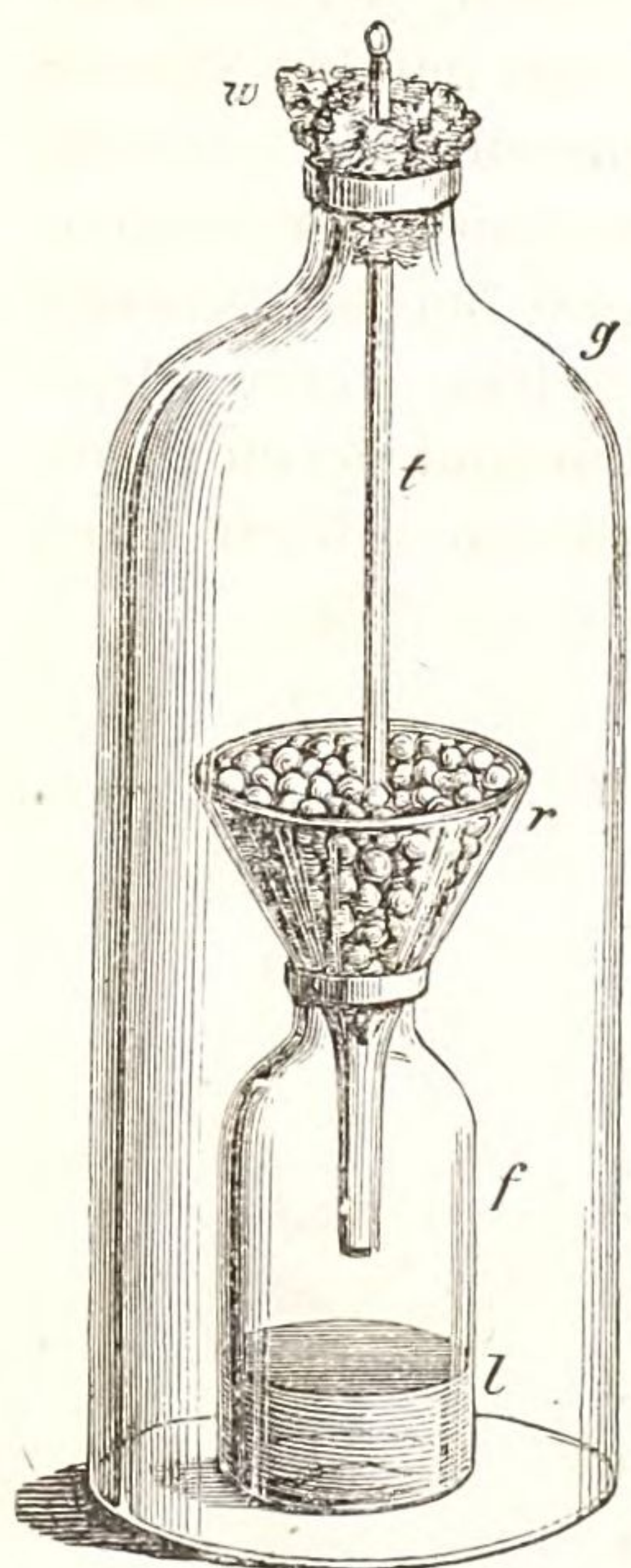


Fig. 68. Apparat zur Beobachtung der Selbsterwärmung kleiner, sich öffnender Blüten oder keimender Samen. Dieselben werden auf den Trichter *r* möglichst dicht zusammengehäuft und dieser in ein unten Kalilauge (*l*) enthaltendes Gefäss (*f*) gesteckt. Dieselbe absorbirt die bei der Athmung gebildete Kohlensäure. Das Ganze wird mit einer Glocke (*g*) bedeckt, durch deren mit Baumwolle locker verstopften Hals ein feines Thermometer geführt wird, dessen Kugel zwischen den Objecten steckt. Die Temperatur wird in diesem Apparat höher sein als in einem zweiten ebensolchen, zum Vergleich aufgestellten, in dem die Pflanzentheile durch Papierstücke u. dgl. ersetzt sind (nach Sachs).

gewöhnlich eine sehr schwache, die Assimilation unter günstigen Umständen eine äusserst ausgiebige ist. Pflanzen, welche im Finstern wachsen, also keine Möglichkeit haben, zu assimiliren, müssen deshalb nothwendig an Trockengewicht abnehmen und endlich durch Stoffverlust zu Grunde gehen. Je lebhafter das Wachsthum ist, desto energischer ist auch die Athmung. Dieselbe ist für das Leben der Pflanze unbedingt nothwendig; in sauerstofffreier Atmosphäre unterbleiben die Lebensvorgänge; die Bewegungen des Protoplasma stehen still, die Reizbarkeit beweglicher Blätter (wie von Mimosa, Oxalis s. § 50) erlischt; zuletzt tritt der Tod der ganzen Pflanze ein.

Durch die Athmung werden Kräfte gewonnen und neue chemische Processe angeregt.

Wie bei allen Oxydationsvorgängen wird auch in der Pflanze hiedurch Wärme frei; da aber bei der Pflanze die Abkühlung durch andere Factoren sehr begünstigt ist, wird für gewöhnlich keine Temperaturerhöhung durch die Athmung bemerkbar. Dieselbe tritt nur in einzelnen Fällen hervor, wo die Athmung sehr ausgiebig und die Abkühlung sehr beschränkt ist, so bei der Keimung von Samen, welche dicht beisammen liegen, wie z. B. die Gerstenkeime bei der Malzbereitung; dieselbe besteht nemlich darin, dass Gerstenkörner durch Feuchtigkeit und Wärme zum Keimen gebracht werden, um die Stärke in Zucker zu verwandeln; dabei tritt eine erhebliche Erhöhung der Temperatur ein. In manchen Blüthen z. B. von Aroideen, hat man eine Selbsterwärmung von 4 — 5, selbst bis 10° C. über die Lufttemperatur beobachtet. In geeigneten Apparaten, wie Fig. 68, lässt sich eine solche Selbsterwärmung auch für beliebige andere, selbst kleine Blüthen, sowie für keimende Samen leicht nachweisen.

In den wenigen Fällen endlich, in denen ein Leuchten (Phosphorescenz) lebender Pflanzen sicher constatirt wurde, wie bei mehreren Pilzen (z. B. *Agaricus melleus*), hängt dieses mit der Sauerstoffaufnahme zusammen; es findet nur statt, so lange der Pilz lebt und von sauerstoffhaltiger Atmosphäre umgeben ist. Die alten Angaben über das Leuchten verschiedener Blüthen haben sich nicht bestätigt.

Zweites Kapitel.

Die Bewegungen des Wassers und der Gase in der Pflanze.

§ 39. Die langsame Bewegung des Wassers bei den Wachstums- und Ernährungsvorgängen. Eine Kartoffelknolle treibt, auch wenn sie ganz trocken liegt, bei genügender Temperatur aus; in demselben Masse, als der Trieb wächst, wird die Knolle von hinten her schlaff und runzelig; die hinteren Partien werden wasserärmer. Dieses Wasser dient nicht blos

dazu, um die Nahrungsstoffe zu lösen und in die Spitze der wachsenden Triebe zu transportiren, sondern es wird in diesen selbst zum Wachsthum verbraucht; die wachsenden Zellmembranen lagern nicht blos feste Cellulosetheilchen, sondern mit diesen auch Wasser in sich ein; der Saft Raum der wachsenden Zellen vergrößert sich. Das zu diesen Wachsthumsvorgängen nöthige Wasser wird den weiter rückwärts gelegenen Theilen nach und nach entzogen; diese werden daher, wenn die Knolle trocken liegt, welk; wird sie aber in feuchter Erde gehalten, so nimmt sie aus ihrer Umgebung Wasser auf, welches mit den Nahrungsstoffen in die wachsenden Theile übergeführt wird. In derselben Weise wird den auswachsenden Knospen der Bäume, den Vegetationspuncten der Keimpflanzen, überhaupt allen wachsenden Pflanzentheilen Wasser zugeführt, zunächst aus den älteren Theilen und von diesen weiter zurückgreifend aus der Umgebung. Dieses Wasser wandert langsam von Zelle zu Zelle, indem durch den Verbrauch in den wachsenden Zellen das Gleichgewicht im Wassergehalt der einzelnen Zellen gestört wird und so das Wasser aus entfernteren Gewebepartien herbeiströmt.

§ 40. **Die Verdunstung (Transspiration).** Jeder an der Luft befindliche Pflanzentheil, der nicht von dicken Korklagen bedeckt ist, verdunstet fortwährend Wasser an die Atmosphäre. Führt man einen beblätterten Stengel bei genügend hoher Temperatur unter eine Glasglocke ein, so beschlägt sich dieselbe mit kleinen Wassertropfen, die aus dem von der Pflanze abgegebenen Wasserdampf condensirt werden. Die Transspiration ist natürlich desto lebhafter, je höher die Temperatur und je trockener die umgebende Luft ist. Dieser Wasserverlust wird wieder ersetzt durch andere Wassermengen, welche von der Wurzel aus dem Boden aufgenommen und den transspirirenden Theilen zugeführt werden. An besonders heißen Tagen kommt es vor, dass die Blätter der Bäume, krautige Pflanzen mehr verdunsten, als ihnen durch die Wurzel nachgeschafft werden kann; sie werden welk und schlaff. Das Welkwerden tritt bekanntlich an abgeschnittenen Pflanzentheilen ein. Je nach der Organisation der Pflanze und ihrer einzelnen Theile ist die Transspiration verschieden ausgiebig. Die Stämme der meisten Holzgewächse sind durch dicke Korklagen fast vollständig davor geschützt; gering ist die Transspiration auch bei solchen Stämmen und Blättern, die mit einer starken Cuticula überzogen sind, wie die Blätter der Agaven, die Stämme der Cacteen und ähnlicher Pflanzen. Dieselben welken auch abgeschnitten, nur sehr wenig und gedeihen in einem sehr trockenen Boden. Zarte Blätter hingegen, deren Cuticula wenig entwickelt ist, wie vom Tabak, Kürbis, welken sofort, wenn sie von der Pflanze getrennt werden, oder wenn der Boden zu trocken wird.

Die Spaltöffnungen sind als die Ausführungsgänge der Interzellularräume bei der Transspiration insofern thätig, als diese zum Theil innerhalb des Gewebes von den die Interzellularräume begrenzenden Zellwänden aus stattfindet, von wo aus nun der Wasserdampf durch die Spaltöffnungen nach aussen treten kann.

§ 41. **Die Wasserströmung im Holz.** Das durch die Verdunstung abgegebene Wasser wird im Holzkörper von der Wurzel her den transspirirenden Theilen zugeführt. Man kann an einem Baumstamm einen Ring der Rinde entfernen, so dass also die Leitung in dieser unterbrochen ist; so lange das Holz erhalten bleibt, werden die Blätter nicht welk, das Wasser wird ihnen noch zugeleitet. Stellt man einen abgeschnittenen Zweig in eine farbige Lösung, z. B. von Anilin, so geht der Farbstoff mit dem Wasser im Holz in die Höhe. Dass die verholzten Zellen des Xylems diese Wasserleitung vermitteln, wird auch noch durch die Thatsache bestätigt, dass untergetauchte Wasserpflanzen, welche ja keine Transspiration besitzen können, auch der verholzten Elemente im Xylem entbehren. Die Holzzellen enthalten aber gerade zu der Zeit, wo die Transspiration am lebhaftesten ist, nämlich im Sommer, Luft; es wandert also das Wasser nicht in den Höhlungen der Zellen, sondern in den Zellwänden oder vielleicht an deren Oberfläche. Die abgeschnittenen Stengel vieler stark transspirirender Pflanzen welken sehr leicht und nehmen auch, in Wasser gestellt, nur sehr langsam wieder Wasser auf; es rührt dies daher, dass durch das Abschneiden an der Luft die Leitungsfähigkeit des Holzes an der Schnittfläche beeinträchtigt wird; schneidet man das untere Ende dann unter Wasser weg, so steigt das Wasser alsbald in die Höhe und die oberen Theile werden wieder straff. Aehnlichen Erfolg hat das Einpressen des Wassers in den Stengel.

Das Wasser, welches in den Holzzellwänden zum Ersatz des Transspirationsverlustes aufsteigt, wird von den Wurzeln aufgenommen; es hängt daher der Ersatz auch von deren Thätigkeit ab; wenn z. B. der Boden zu stark abgekühlt wird, so wird diese dadurch gelähmt und die Pflanze welkt; eine frisch versetzte Pflanze bleibt ebenfalls längere Zeit welk, da die Wurzeln erst wieder hinreichende Mengen von Wasser aufzunehmen vermögen, wenn sie durch neu gebildete Haare wieder mit den Bodentheilen verwachsen sind.

Die Blätter und Stengel sind nicht im Stande, mit unverletzter Aussenfläche Wasserdampf aus einer feuchten Atmosphäre oder auch flüssiges Wasser beim Begiessen aufzunehmen; man kann zwar leicht beobachten, dass welke Pflanzen nach Benetzung mit Thau oder Regen oder an feuchten Abenden straff werden; allein es rührt dies einerseits von der grösseren Wasseraufnahme aus dem befeuchteten Boden, andererseits von der verminderten Transspiration bei feuchter Atmosphäre her.

§ 42. **Der Wurzeldruck.** Es ist eine alte Erfahrung, dass beschnittene Weinreben im Frühjahr bluten, d. h. aus den Schnittflächen Wasser ausscheiden; bei genauerer Betrachtung zeigt sich, dass dieses Wasser vorzugsweise aus den Oeffnungen der grossen Gefässe austritt. Ein ähnliches Bluten beobachtet man auch bei mehreren Bäumen, z. B. Birke und Ahorn, sowie bei allen kräftig wachsenden, mit starken Wurzelsystemen versehenen holzbildenden Stauden; schneidet man eine Sonnenrose oder eine Tabakspflanze einige Centimeter über der Erde ab, und schützt die Schnittfläche vor Verdunstung, so beginnt nach einiger Zeit das Ausfliessen von

Saft aus der Schnittfläche, welches, wenn dieselbe vor Verdunstung geschützt ist, selbst mehrere Tage lang anhält. Dieses Wasser wird von den Wurzeln der Erde entzogen und in die Pflanze hinaufgepresst, und zwar mit so bedeutender Kraft, dass es bisweilen einer Quecksilbersäule von ansehnlicher Höhe bedarf, um diesem Wurzeldruck das Gleichgewicht zu halten. Dieser Wurzeldruck verursacht auch bisweilen Ausscheidung von Wassertropfen an bestimmten Stellen der Pflanze, so an der Blattspitze vieler Aroideen, sehr schön an den Zähnen des Blattes von *Alchemilla vulgaris*, wo die Erscheinung fast an jedem Sommermorgen zu beobachten ist, aber gewöhnlich mit dem Thau verwechselt wird. Bei trockener Luft wird die Bildung von Tropfen an den betreffenden Stellen dadurch verhindert, dass das emporgepresste Wasser sofort verdunstet.

Bei krautigen Pflanzen enthält das von der Wurzel heraufgepresste Wasser fast nur einige Salze in Lösung, bei der Rebe und einigen Bäumen aber gewöhnlich auch organische Stoffe, besonders Zucker.

Diese Bewegung des Wassers in Folge des Wurzeldrucks findet im Frühjahr, überhaupt zur Zeit des kräftigsten Wachstums statt. An Pflanzen, welche vorher stark transspirirt haben, tritt nach Durchschneidung des Stammes kein Wasser aus dem Wurzelstock hervor, sondern erst nach mehr oder minder langer Zeit, wenn die Wurzeln wieder neues Wasser aufgenommen haben; es zeigt dies zunächst, dass der Wurzeldruck bei stark transspirirenden Pflanzen gar nicht vorhanden sein kann, und folglich, dass er zum Ersatz des transspirirenden Wassers nicht mitwirkt.

Blicken wir noch einmal auf die beschriebenen Erscheinungen zurück, so haben wir also in der lebenden Pflanze dreierlei Arten der Wasserbewegung zu unterscheiden, wovon zwei durch eine Art von Saugung, die von den Verbrauchsorten ausgeht, vermittelt werden, nemlich die langsame Bewegung des Wassers bei den Wachsthumsvorgängen und die Wasserleitung im Holz, welche den Transpirationsverlust deckt. Die dritte Bewegung endlich wird durch einen Druck von der Wurzel her unabhängig vom Verbräuche verursacht; man muss hiebei allerdings annehmen, dass an den Wurzeloberflächen Saugung stattfindet; im Innern des Gewebes sind aber Einrichtungen getroffen, dass das eingesogene Wasser nach oben hinausgepresst wird.

Im Winter enthalten die Holzzellen Wasser und dazwischen auch mehr oder minder zahlreiche Luftblasen; daher kommt es, dass aus Bäumen, welche man im Winter oder zeitigen Frühjahr anbohrt, bei steigender Temperatur durch die Ausdehnung dieser Luftblasen das Wasser herausgetrieben wird, während bei sinkender Temperatur durch die Zusammenziehung der Luft Wasser eingesogen wird.

§ 43. **Die Bewegung der Gase in den Pflanzen.** Wir haben gesehen, dass jede Pflanzenzelle Sauerstoff aufnimmt, sowie dass die chlorophyllhaltigen Zellen Kohlensäure verbrauchen. Diese Gase müssen, um in das Innere der Zellen zu gelangen, die Membranen durchdringen und es geschieht dies auf dem Wege der Diffusion, indem sie in dem die Membranen

durchtränkenden Wasser absorbiert werden und in diesem sich dahin bewegen, wo ihr Verbrauch stattfindet. Ebenso verlassen auch die bei diesen Vorgängen abgegebenen Gase, der Sauerstoff bei der Assimilation, die Kohlensäure bei der Athmung, die Zellen durch Diffusion gegen die Atmosphäre.

Ausser diesen Diffusionsbewegungen finden aber auch Massenbewegungen der Gase im Pflanzenkörper statt; denn derselbe ist gewöhnlich von luftführenden Räumen durchzogen; es sind das die Intercellularräume, die Gefässe (wenigstens während des Sommers) und die durch Zerreissung entstandenen Höhlungen, wie im Stengel der Gräser, Doldengewächse u. v. a. Dieselben stehen alle unter sich in Verbindung und communiciren bei den Landpflanzen durch die Spaltöffnungen mit der Atmosphäre. Presst man in ein Blatt, welches viele Spaltöffnungen besitzt, Luft ein, indem man z. B. das Blatt in die Mundhöhle nimmt und mit den Lippen den Stiel fest umschliesst, so treten aus dem Stielquerschnitt, den man unter Wasser hält, Luftblasen hervor, und zwar aus den Oeffnungen der Gefässe. Der umgekehrte Versuch gelingt nicht gut, weil die Spaltöffnungen am unter Wasser gebrachten Blatt durch capillar fest gehaltenes Wasser verstopft werden.

Die in diesen luftführenden Räumen enthaltene Luft tritt durch Diffusionsbewegung in Wechselwirkung mit den Zellinhalten; sie wird dadurch in ihrer Zusammensetzung geändert und es finden daher Bewegungen derselben und Ausgleich mit der Atmosphäre statt. Diese Bewegungen der Luft in den Binnenräumen werden befördert durch Biegung der Pflanzentheile unter dem Einfluss des Windes, sowie durch Temperaturschwankungen.

Die untergetauchten Wasserpflanzen besitzen sehr grosse lufthaltige Zwischenräume, die nicht durch Spaltöffnungen mit der Atmosphäre in Verbindung stehen; es findet der Gasaustausch der einzelnen Zellen nicht unmittelbar gegen die Atmosphäre, sondern theils gegen die im umgebenden Wasser gelösten Gase, theils gegen diese Binnenluft hin statt; in diesen Luftlücken sammeln sich die Gase oft zu grossen Quantitäten an und üben dadurch einen bedeutenden Druck aus, so dass sie bei Verletzung der umgebenden Gewebe mit vernehmlichem Geräusche entweichen.

Drittes Kapitel.

Das Wachsthum.

§ 44. **Begriff des Wachstums.** Die Pflanzen und ihre Organe wachsen, d. h. sie nehmen an Volumen zu und verändern dabei ihre Gestalt, und zwar in Folge innerer Vorgänge, welche bleibende Veränderungen hervorrufen. Ein welk gewordener Pflanzentheil, in Wasser gelegt, vermehrt auch sein Volumen, es ist dies aber kein Wachsthum; denn wenn man ihm

das Wasser wieder entzieht, kehrt er wieder auf seine frühere Grösse zurück; es wird also keine bleibende Veränderung hervorgerufen. Anders verhält sich hingegen die Sache, wenn einem reifen Samen Wasser zugeführt wird; derselbe keimt, d. h. das in ihm eingeschlossene Keimpflänzchen wächst heran, wächst aus dem Samen heraus; hier sind bleibende Veränderungen vor sich gegangen; wenn man auch das Wasser wieder entzieht, sind dieselben doch nicht wieder rückgängig zu machen.

Die inneren Vorgänge, welche diese bleibenden Veränderungen unmittelbar herbeiführen, bestehen der Hauptsache nach in der Einlagerung neuer fester Theilchen sowohl, als von Wasser in die wachsenden Zellwände durch Vermittelung des Protoplasma.

Eine nothwendige Bedingung des Wachstums ist das Vorhandensein von Baustoffen; damit ist aber nicht gesagt, dass eine wachsende Pflanze gleichzeitig Nahrungsstoffe aufnehmen, sich ernähren müsse; gewöhnlich werden die Nahrungsstoffe aus älteren, nicht mehr wachsenden Theilen einer Pflanze den jüngeren, wachsenden zugeleitet und dort verwendet; diese älteren Theile können nun Reservestoffbehälter sein, wie z. B. Kartoffelknollen, welche austreiben, oder es sind assimilirende Blätter, wie am deutlichsten bei den einjährigen Gewächsen, z. B. der Tabakspflanze; die ausgewachsenen Blätter assimiliren und auf Kosten der Baustoffe wachsen die Stengel und jüngeren Blätter.

§ 45. **Das Längenwachsthum der Stengel, Blätter und Wurzeln.** Das Wachsthum wird durch innere Ursachen bedingt; es gibt Pflanzentheile, welche, wenn sie eine gewisse Grösse und Form erreicht haben, überhaupt nicht mehr fähig sind zu wachsen; andere (z. B. die Knoten der Grashalme) können unter Umständen noch einmal zu wachsen anfangen. Ausserdem wird das Wachsthum auch durch äussere Umstände, als Feuchtigkeit, Wärme, Licht, Schwerkraft beeinflusst. Wir betrachten nun zunächst den Verlauf des Wachstums, soweit es durch diese äusseren Umstände nicht berührt wird.

Den einfachsten Fall bieten die Wurzeln dar; an einer wachsenden Wurzel unterscheidet man drei Regionen:

- 1) den Vegetationspunct, wo im Urgewebe neue Zellen in grosser Anzahl durch rasch aufeinanderfolgende Theilungen gebildet werden, aber nur ganz langsam sich vergrössern;
- 2) den in Streckung befindlichen, d. h. vorzugsweise im Längenwachsthum begriffenen Theil, in welchem die Zellen sehr stark an Volumen zunehmen und Zelltheilung nur noch in untergeordnetem Maasse stattfindet;
- 3) den ausgewachsenen Theil, in welchem zwar noch mannigfache Veränderungen vorgehen können, aber kein Wachsthum der Zellen mehr stattfindet.

Die Stengel, welche beträchtliche Längen erreichen, verhalten sich im Ganzen und Grossen ebenso wie die Wurzeln. Auch bei ihnen wird am Gipfel Zellgewebe durch Theilung gebildet, welches weiter unten in Streckung übergeht, an den ältesten Partien aber nicht mehr wächst. Wo jedoch scharf abgegliederte Internodien vorhanden sind (vgl. oben p. 2),

tritt eine weitere Complication dadurch ein, dass innerhalb eines jeden Internodiums wieder ähnliche Verschiedenheiten des Wachsthums auftreten und dass zugleich die Knoten schon frühzeitig aufhören sich zu verlängern, während die Internodien noch lange Zeit fortwachsen.

Die meisten Blätter bestehen anfangs aus sich theilendem Urgewebe, erreichen aber in verschiedener Weise ihren ausgewachsenen Zustand, so dass ein Vegetationspunkt für dauerndes Wachsthum nicht mehr übrig bleibt.

Die drei Zustände, der Vorbereitung, des Wachsthums und der definitive, ergreifen nacheinander jede einzelne Zelle, welche, nachdem sie im Urgewebe entstanden ist, beginnt sich zu strecken, um eine definitive Grösse zu erreichen. Dabei fängt sie langsam an zu wachsen, erreicht zu einer gewissen Zeit die grösste Geschwindigkeit, um dann allmählig wieder aufzuhören zu wachsen. Da nun dies bei allen auf gleicher Höhe liegenden Zellen in gleicher Weise zutrifft, so findet sich eine Strecke am wachsenden Theil, wo das Wachsthum am ausgiebigsten ist, von welcher aus es nach beiden Seiten hin an Geschwindigkeit abnimmt.

Jeder Pflanzentheil zeigt bezüglich der Geschwindigkeit seines Wachsthums eine grosse Periode, d. h. er fängt langsam an zu wachsen, wächst zu einer gewissen Zeit am raschesten; von da ab erlischt das Wachsthum allmählig, bis zuletzt das ganze Organ ausgewachsen ist. Abgesehen von der zunehmenden und abnehmenden Geschwindigkeit des Wachsthums kommt auch die Dauer in Betracht, während welcher ein Pflanzentheil wachsen kann, und dessen Fähigkeit, eine bestimmte Länge zu erreichen. Man bemerkt z. B. sehr leicht, dass an den meisten Stengeln die untersten Internodien kurz bleiben, die nächstoberen grösser sind, an einer gewissen Stelle des Stengels am grössten und die obersten wieder kurz. Ebenso nimmt meistens auch die definitive Grösse der zugehörigen Blätter von unten bis etwa zur Mitte zu und dann wieder ab. In der allmählichen Abnahme des Wachsthums und der Länge der Jahrestriebe liegt auch die Ursache dafür, dass »die Bäume nicht in den Himmel wachsen«.

§ 46. **Eigenschaften wachsender Theile.** Wenn man einen Stengel, der an seinem unteren Theile schon ausgewachsen ist, oben aber noch wächst, kräftig zusammenbiegt, so kehren nach Beendigung dieses Eingriffes die ausgewachsenen Theile wieder in ihre ursprüngliche Lage zurück, während die wachsende Strecke die ihr gegebene Krümmung beibehält. Es zeigt dies also, dass wachsende Pflanzentheile zwar sehr biegsam sind, aber eine geringe Vollkommenheit der Elasticität besitzen. Aus dieser Eigenschaft erklärt sich auch folgender Versuch. Wenn man einen wach-

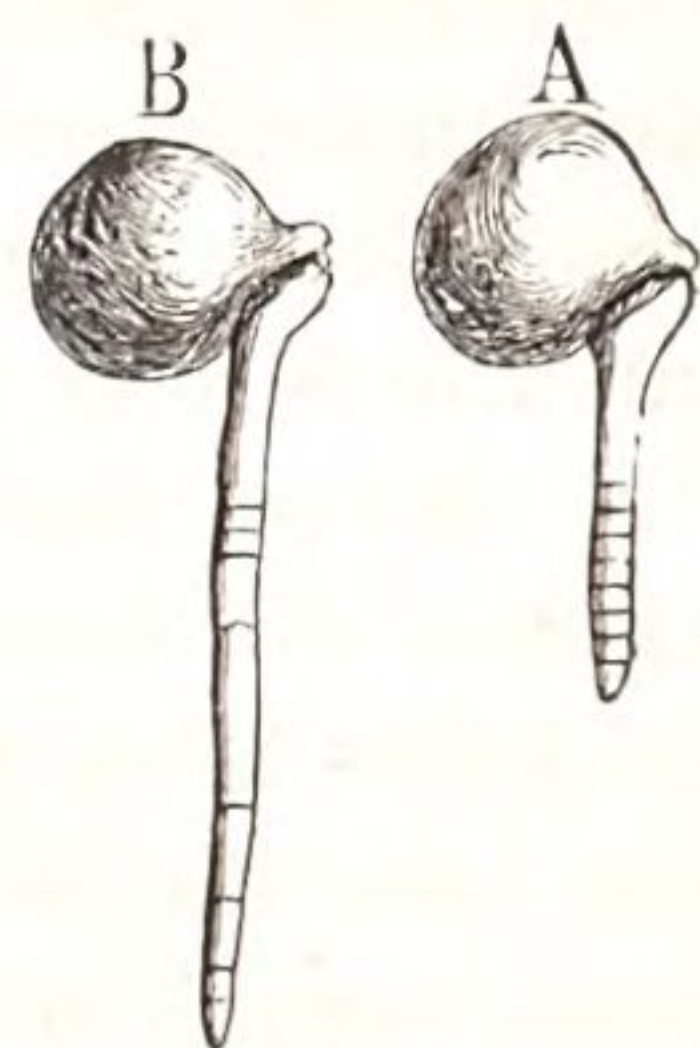


Fig. 69. Eine wachsende Keimwurzel der Erbse in zwei aufeinanderfolgenden Stadien. An der Wurzel A wurden in gleichen Entfernungen Striche angebracht; deren Auseinanderrücken nach einer bestimmten Zeit (B) lässt das verschiedene Wachsthum erkennen: die obersten Striche sind nicht auseinandergerückt; hier ist die Wurzel schon ausgewachsen; die untersten sind ebenfalls noch einander genähert, hier am Vegetationspunkt hat die Streckung noch nicht begonnen. Dazwischen liegt eine Zone, wo die Streckung am ausgiebigsten war.

senden Spross (z. B. einen jungen Stengel der Wiesendistel, *Cirsium oleraceum*, oder kräftige Sprosse von Himbeeren) an seinem unteren steifen Theil heftig stösst, so wird dadurch der wachsende Gipfel zu einer starken Krümmung veranlasst, von welcher, nachdem er zur Ruhe gekommen, eine namhafte Biegung, ein Nicken nach der Seite hin zurückbleibt, von welcher aus die Stösse erfolgten.

Wenn man ein wachsendes Internodium der Länge nach halbt, so klaffen die beiden Längshälften stark auseinander; es rührt dies daher, dass das Mark von allen Geweben am meisten zu wachsen, sich auszudehnen bestrebt ist, an der vollkommenen Ausdehnung aber durch die äusseren Gewebeschichten gehindert wird; diese werden, soweit es ihre Dehnbarkeit erlaubt, mitgezogen und hiedurch kommen Spannungen zu Stande. Trennt man nun die einzelnen Gewebe durch scharfe Schnitte vollständig von einander, so nimmt jedes eine andere Länge an; das Mark wird länger, als das ursprüngliche Internodium war; die äusseren Gewebe bleiben gleich oder werden kürzer; die Epidermis ist dann das kürzeste Gewebe.

§ 47. **Der Einfluss äusserer Bedingungen auf das Längenwachsthum.** Zunächst ist die Feuchtigkeit zu nennen; Organe, deren Zellen nicht straff mit Wasser erfüllt sind, wachsen überhaupt nicht.

Bezüglich der Abhängigkeit des Wachstums von der Wärme ist zu bemerken, dass, je günstiger die Temperatur ist, ein desto rascheres Wachsthum erfolgt. Im Uebrigen gilt für das Wachsthum dasselbe, wie für alle Lebensvorgänge s. unten § 54.

Das Licht übt eine beeinträchtigende, retardirende Wirkung auf das Wachsthum; es ist eine alte Erfahrung, dass Stengel, die sich im Finstern entwickeln, z. B. Kartoffeltriebe im Keller, viel länger werden, viel längere Internodien besitzen, als die normal am Licht wachsenden. Solche im Finstern erwachsene und daher in ihrer Form abnorm entwickelte Pflanzen werden als *etiolirt* bezeichnet. Ihre Internodien sind sehr lang, die Blätter sind nicht grün, sondern gelb, aber häufig viel kleiner, als die normalen; es rührt dies letztere von einer krankhaften Entwicklung her, da ja das Licht für andere Lebensvorgänge nothwendig ist. Die retardirende Wirkung des Lichts verursacht auch die Krümmungen einseitig beleuchteter, z. B. an einem Zimmerfenster stehender Stengel. Je schwächer nemlich das Licht, desto länger werden die Internodien; bei einseitiger Beleuchtung erhält die von der Lichtquelle abgewendete Seite weniger Licht und wird folglich länger, als die beleuchtete; hiedurch muss eine nach der Lichtseite *concave* Krümmung eintreten. Diese Eigenschaft der meisten Organe wird als *positiver Heliotropismus* bezeichnet. Die Blattstiele sind immer positiv heliotropisch und krümmen sich daher bei einseitiger Beleuchtung so, dass die oberen Blattflächen dem einfallenden Lichte zugekehrt werden, wobei indess noch andere Eigenthümlichkeiten mit in Betracht kommen. Im Gegensatz zu diesem positiven Heliotropismus versteht man unter *negativem Heliotropismus* die Eigenschaft einiger weniger Pflanzentheile, z. B. des Stammes des Epheus, mancher Wurzeln, sich vom Lichte hinwegzukrümmen, indem die beleuchtete Seite stärker

wächst als die beschattete. Die Natur des Heliotropismus ist jedoch noch nicht vollständig bekannt.

Auch die *Schwerkraft* beeinflusst das Wachsthum; man kann sich leicht überzeugen, dass die meisten Stengel, die Bäume gerade aufwärts von der Erdoberfläche emporwachsen und zwar an allen Puncten der Erdoberfläche in der Richtung des verlängert gedachten Erdradius; in derselben Weise wachsen die Wurzeln, besonders die Hauptwurzeln gerade abwärts, die Aeste, Blätter in einem bestimmten Winkel. Legt man einen wachsenden Stengel horizontal, so krümmt sich (Fig. 70 *s*) der von nun an wachsende Theil auf seiner Oberseite concav, auf der Unterseite convex, so dass das freie Ende aufwärts gerichtet wird und hernach senkrecht weiter wächst. In derselben Weise krümmt sich das wachsende Ende einer horizontal gelegten Wurzel abwärts (Fig. 70 *w*).

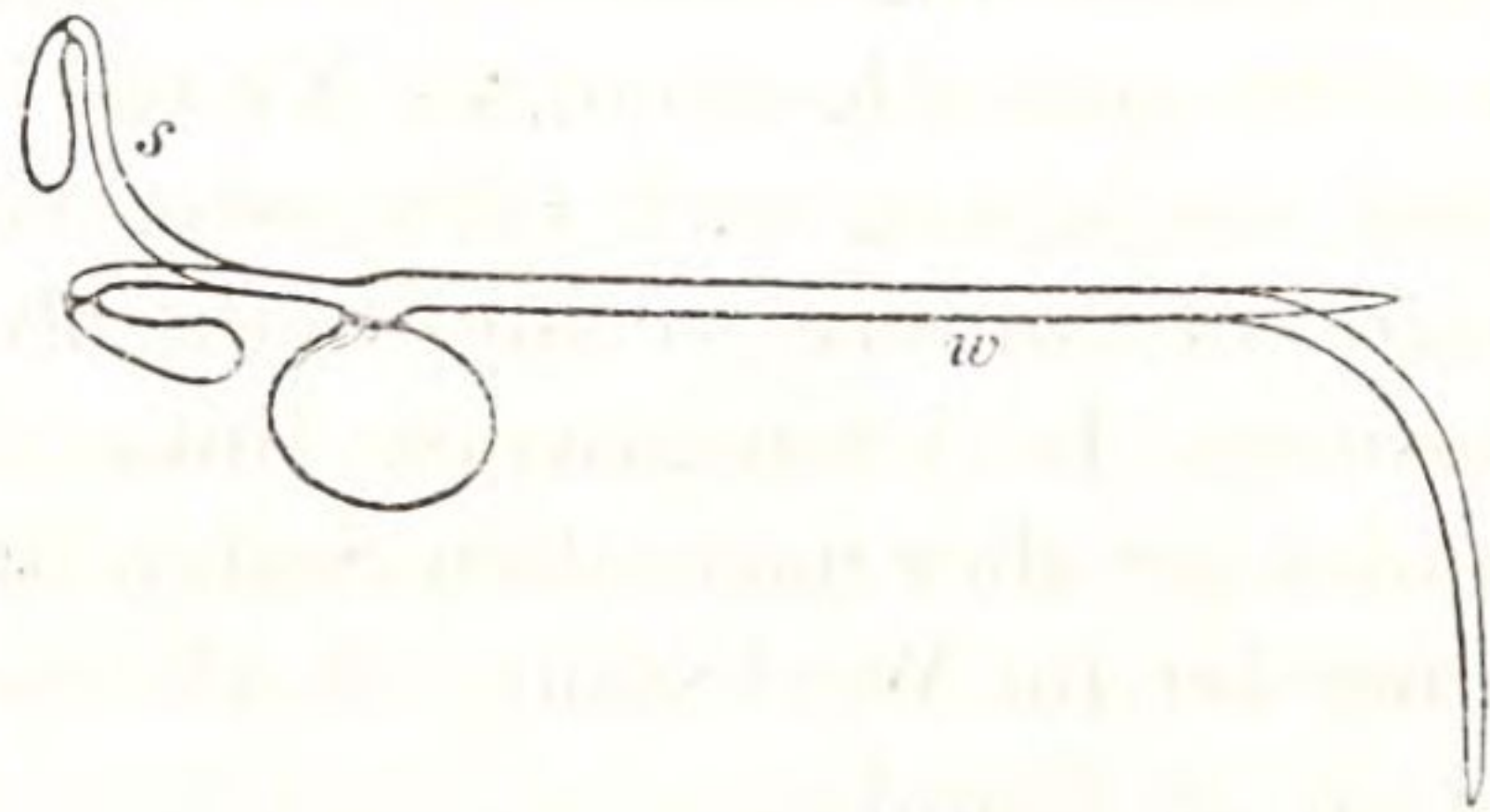


Fig. 70. Schwerkräftskrümmung einer horizontal gelegten Keimpflanze der Erbse. Die stärkere Contour gibt deren ursprüngliche Lage an; der Stengel (*s*) hat sich während des Weiterwachsens aufwärts, die Wurzel (*w*) abwärts gekrümmt.

Lässt man in geeigneten Apparaten Keimpflanzen in einer horizontalen Ebene um einen Mittelpunkt rotiren, so folgt die Wurzel, ebenso wie unter gewöhnlichen Umständen der Schwerkraft, so hier der Centrifugalkraft und wächst vom Mittelpunkt hinweg in Richtung des Radius nach aussen, während der Stengel der Centrifugalkraft entgegen, gegen den Mittelpunkt zu wächst. Dass die anziehende, richtende Kraft unter gewöhnlichen Umständen wirklich die Schwerkraft ist, geht nicht bloss aus der an allen Puncten der Erdoberfläche gleichmässig mit dem Erdradius zusammenfallenden Richtung der betreffenden Pflanzentheile hervor, sondern wird noch durch den directen Versuch bestätigt. In einem ganz langsam rotirenden Apparat nemlich sind die Pflanzen der Schwerkraft entzogen, da diese in jedem Moment in anderer Richtung wirkt und diese Wirkungen sich einander aufheben; in einem solchen Apparat nun wachsen Keimpflanzen, Wurzeln, wie Stengel, nach allen beliebigen Richtungen.

§ 48. **Die Bilateralität.** Sehr viele Pflanzentheile sind so organisirt, dass die verschiedenen Seiten nicht in gleichem Maasse wachsen; so wachsen z. B. die jungen Blätter anfangs auf ihrer unteren Seite stärker als auf der oberen, so dass sie sich über dem Stammende zusammenlegen, während die spätere Entfaltung durch ein stärkeres Wachsthum der Oberseite herbeigeführt wird. Es beruht dieses ungleiche Wachsthum lediglich auf inneren Ursachen und nicht auf äusseren Einwirkungen. Gewöhnlich handelt es sich hierbei um zwei verschiedene Seiten, und daher werden solche Pflanzentheile *bilateral*, d. h. zweiseitig genannt. Es gibt aber auch Pflanzentheile, deren Bilateralität erst durch äussere Einflüsse hervorgerufen wird, die nemlich deshalb auf beiden Seiten ungleich wachsen, weil diese gegen äussere Einflüsse ungleich empfindlich sind.

Das Zusammenwirken der inneren Ursachen, also der Bilateralität mit den directen äusseren Einflüssen, als Beleuchtung, Schwere, bewirkt die verschiedenen Stellungen, welche die Pflanzentheile in der Natur annehmen, insbesondere der wagerechten oder schrägen Stengel, Zweige, Blätter, Seitenwurzeln u. dgl.

Durch ungleichseitiges Wachsthum werden Bewegungen herbeigeführt, welche man allgemein als *Nutationen* bezeichnet. Findet die Bewegung blos von hinten nach vorn, oder von rechts nach links statt, indem nemlich bald die hintere (rechte) Seite abwechselnd stärker wächst und bald die vordere (beziehungsweise linke), so ist das die einfache *Nutation*; findet sie aber nach allen Seiten hin statt, indem nemlich alle Seiten nacheinander im Wachsthum überwiegen, so kommt die *revolutive Nutation* zu Stande.

In sehr ausgebildeter Weise findet sich diese revolutive Nutation bei den Schlingpflanzen (z. B. Hopfen, Bohnen, Winde s. p. 17 Fig. 15 B). So lange das wachsende Ende eines solchen Stengels keine Stütze findet, wird es durch jene Nutation im Kreise herumgeführt (wobei aus anderen Gründen noch Torsionen, s. u., eintreten); dieser Vorgang dauert so lange, als die Bewegung des Gipfels nicht durch eine Stütze aufgehalten wird. Stösst die bei der Nutation vorangehende Seite des Sprosses auf eine Stütze, welche nicht zu dick ist, so wird die Nutationsbewegung verändert in der Weise, dass der Gipfeltheil eine aufsteigende Schraubenlinie bildet, in deren Mitte sich die Stütze befindet. Alsdann wird diese Schraubenwindung steiler, enger und schmiegt sich der Stütze fest an. Die meisten Schlingpflanzen winden links, d. h. die Windung steigt von links unten nach rechts auf; nur wenige, wie z. B. der Hopfen, winden rechts.

Bei den schlingenden Stämmen ist es gleichgiltig, welche Seitenlinie mit der Stütze in Berührung kommt; dadurch unterscheiden sie sich von den Ranken, bei welchen gewöhnlich nur eine Seite, die Unterseite, im Stande ist, durch Berührung mit der Stütze concav zu werden und zwar in Folge eines unmittelbaren durch die Berührung hervorgerufenen Reizes. Da durch diese Krümmung immer wieder neue benachbarte Punkte der Unterseite mit der Stütze in Berührung kommen, so schreitet die Krümmung fort, bis der ganze freie Theil der Ranke sich um die Stütze gewunden hat. Der Reiz, der durch den Druck bewirkt wird, pflanzt sich auch auf das zwischen der Stütze und der Basis der Ranke liegende Stück derselben fort, welches sich korkzieherartig rollt und dadurch den Stengel näher an die Stütze heranzieht (s. Fig. 15 A, s. p. 17).

Sowohl bei den Schlingpflanzen, als bei den Ranken sind mit den beschriebenen Krümmungen auch *Torsionen* verbunden, d. h. Drehungen der Organe um ihre eigene Wachsthumsaxe. Solche Torsionen können auch an anderen Pflanzentheilen, zum Theil durch äussere, zum Theil durch innere Ursachen hervorgerufen werden; so hat man unter Anderem gefunden, dass horizontal oder schräg wachsende Zweige mit decussirten Blattpaaren ihre Blätter anscheinend in zwei Reihen ordnen, indem die zwischenliegenden Internodien Torsionen erfahren.

Das abwechselnde Oeffnen und Schliessen vieler Blüthen, z. B. von Crocus, beruht ebenfalls auf Bilateralität; die unteren Partien der Blüthenblätter sind nemlich noch im Wachsthum begriffen und für den Wechsel von Temperatur und Beleuchtung in der Art empfindlich, dass bei steigender Temperatur und Beleuchtung die innere Seite stärker wächst, also die Blüthe sich öffnet, bei Abnahme von Temperatur und Beleuchtung jedoch die äussere Seite stärker wächst, also die Blüthe sich schliesst.

§ 49. **Das Dickenwachsthum der Holzpflanzen.** Die Wachsthumsvorgänge im Cambium, welche zur Vergrösserung des Holzkörpers (und Bastkörpers) führen (s. oben S. 45 § 26), unterliegen, ähnlich wie das Längenwachsthum, zunächst specifischen, der Pflanze innewohnenden Gesetzen. So bildet z. B. die Eibe stets nur sehr schmale Jahrringe, der Holzzuwachs ist ausserordentlich gering im Vergleich z. B. mit den Weiden, Pappeln, Ulmen. Die ersten Jahrringe des jungen Baumes sind stets sehr schmal im Vergleich zu den späteren.

Das Dickenwachsthum ist in hervorragender Weise abhängig von der Menge und der Vertheilung der in den Blättern erzeugten Nahrungsstoffe. Theilweise Entblätterung eines Baumes (z. B. durch Maikäferfrass) hat geringe Holzbildung zur Folge. Als Massstab für die Ausgiebigkeit der Holzbildung darf jedoch nicht die Breite des Jahrringes benutzt werden, sondern der Flächeninhalt des Jahrringes, der sog. Zuwachs; denn es ist begreiflich, dass die gleiche Menge von zur Holzbildung verwendeter Substanz einen breiteren Jahrring veranlasst, wenn der Durchmesser des vorher erzeugten Holzkörpers geringer ist. Bäume, welche bis zur Basis mit blättertragenden Aesten besetzt sind, haben natürlich in ihren unteren Theilen mehr Material für die Holzbildung zur Verfügung, als in den oberen, und zwar um so viel mehr, dass nicht blos der Zuwachs, sondern auch die Ringbreite nach unten zunimmt; die Form des Stammes ist daher nach oben stark konisch verjüngt. Bäume dagegen, welche ihre Krone auf einem langen kahlen Schafte tragen, werden selbst unter der Annahme, dass das Material, folglich auch der Zuwachs sich gleichmässig vertheilt, oben grössere Ringbreite zeigen als unten; die Form des Schaftes nähert sich der cylindrischen.

Sehr wichtig ist ferner der Einfluss, welchen der Druck der durch den Holzzuwachs gedehnten Rinde auf das Dickenwachsthum ausübt. Bei stärkerem Rindendrucke ist der Holzzuwachs geringer als bei schwächerem. Hieraus erklärt sich auch wohl die oft unmittelbar nach der Freistellung eines Baumes auftretende Steigerung des Zuwachses, noch bevor die Blattmenge vergrössert sein kann. Die bisher in der feuchten Luft des geschlossenen Bestandes befindliche Rinde wird durch die Einwirkung directer Sonne und trockenerer Luft rissiger werden und somit geringeren Druck ausüben. Der Rindendruck bedingt, wie Experimente gezeigt haben, auch die abwechselnde Bildung des Frühlings- und Herbstholzes. Durch den Zuwachs selbst steigert sich im Sommer der Rindendruck und hiedurch wird die Abnahme der Gefässe, die Abplattung der Grenzzone veranlasst; im Frühjahr lässt der Rindendruck nach, da der Holzkörper durch reichliche

Wasseraufnahme die im Winter ausgetrocknete Rinde stellenweise zerreisst. Dass die meisten unserer Bäume schon etwa Mitte August ihr jährliches Dickenwachsthum abschliessen, kommt ebenfalls auf Rechnung des um diese Zeit sein Maximum erreichenden Rindendruckes. Bezüglich der Abhängigkeit von der Temperatur verdient Erwähnung, dass die Wurzeln in tieferen Bodenschichten selbst während des Winters das Cambium in Thätigkeit zeigen.

Viertes Kapitel.

Die Reizbewegungen ausgewachsener Organe.

§ 50. Die oben (§ 48) betrachteten Krümmungen und Bewegungen von Pflanzentheilen treten nur auf, so lange das betreffende Organ noch wächst, sind eine Folge von ungleichem Wachsthum verschiedener Seiten. Es gibt aber eine Anzahl von Organen, namentlich Blättern, bei verschiedenen Pflanzen, welche im ausgewachsenen Zustande Bewegungen ausführen; die inneren Vorgänge, welche hiezu führen, sind sehr complicirt; es sei hier nur so viel bemerkt, dass sie auf Ausstossung des Wassers in Folge des Reizes auf einer Seite einer bestimmten Stelle des Blattstiels, des eigentlichen Bewegungsorgans beruhen.

Die ausgewachsenen Blätter vieler Pflanzen ändern täglich Morgens und Abends ihre Stellung, so dass man eine Tag- und eine Nachtstellung unterscheiden kann; in der

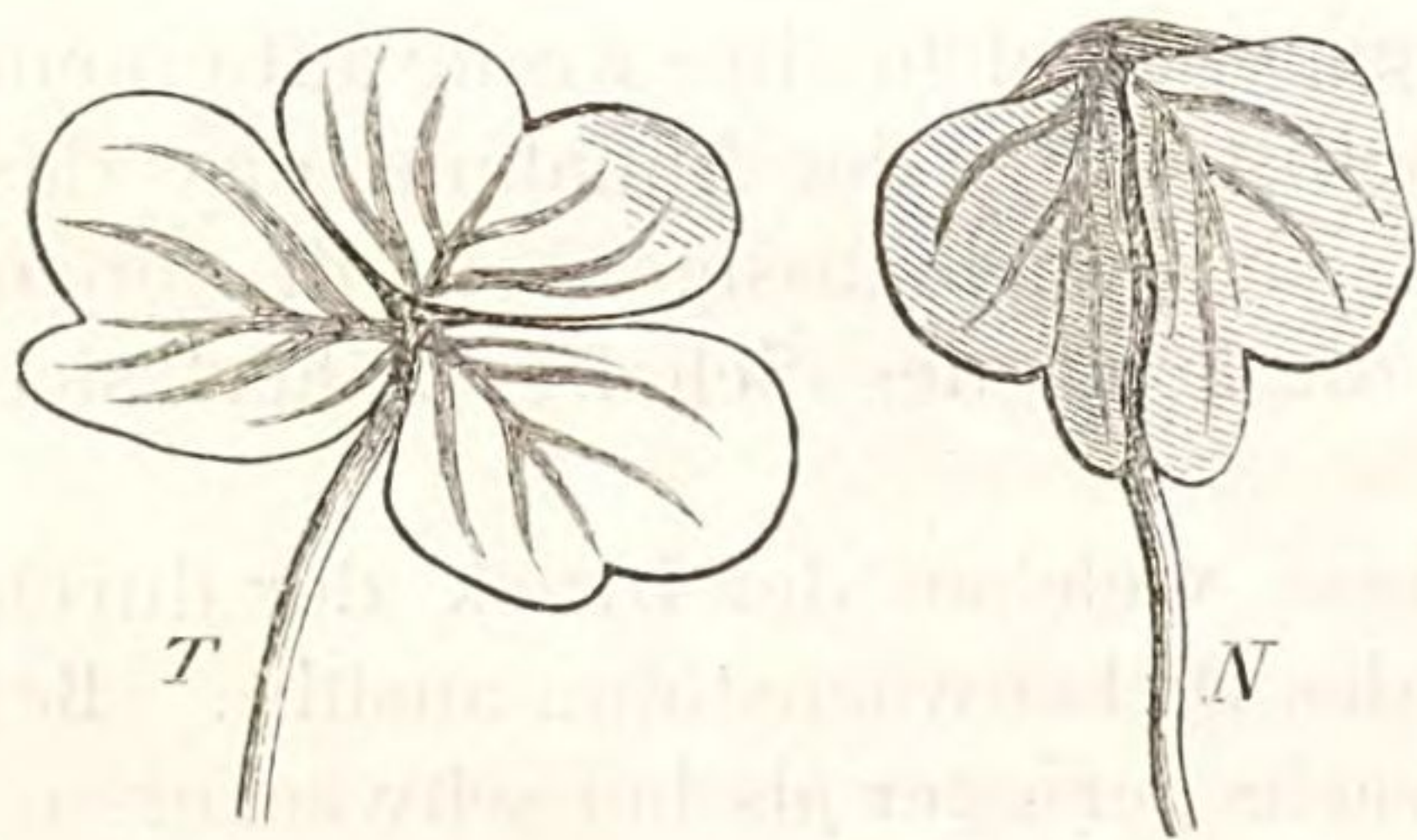


Fig. 71. Blatt von *Oxalis* in der Tag- (*T*) und Nachtstellung (*N*); in letzterer ist jedes der drei Blättchen an seiner Mittelrippe rechtwinkelig nach einwärts gebogen und zugleich abwärts gesenkt.

Nachtstellung sind die Blätter im Allgemeinen zusammengeschlagen, in der Tagstellung dagegen ausgebreitet. Am bekanntesten sind diese Bewegungen bei den Blättern der Sinnpflanze *Mimosa pudica*, deren Fiederblättchen sich Abends nach aufwärts zusammenlegen, während der Blattstiel sich nach abwärts zurückschlägt. Die Bewegungsorgane befinden sich an der Basis der Blättchen und Blattstiele; bei vielen anderen Leguminosen,

so bei der sog. Akazie *Robinia*, bei der Bohne, beobachtet man ähnliche Erscheinungen. Die Blättchen des dreizähligen Blattes vom Sauerklee, *Oxalis Acetosella*, schlagen sich Abends nach abwärts und breiten sich Morgens wieder aus (Fig. 71); noch viele andere Pflanzen zeigen Aehnliches.

Diese tägliche Periode wird vorwiegend durch den Wechsel der Beleuchtung und der Temperatur hervorgerufen. Steigerung der Lichtinten-

sität und Temperatur veranlasst nämlich die Tagstellung, Abnahme derselben die Nachtstellung. Es kommt diesen Blättern aber auch eine durch innere Ursachen bewirkte periodische Bewegung zu, welche hervortritt, wenn man die Pflanze in dauernder Finsterniss erhält. Alsdann zeigt sich, dass die Blätter in beständiger, wenn auch schwächer ausgesprochener Bewegung begriffen sind.

Bei einigen wenigen Pflanzen findet diese eigentliche, durch innere Ursachen bewirkte periodische Bewegung aber auch unter constanten Verhältnissen statt, wenn nur die Temperatur hoch genug ist. Die Seitenblättchen des Blattes von *Hedysarum gyrans* z. B. (einer aus Ostindien stammenden Papilionacee) führen fortwährend kreisende Bewegungen aus, die sich schon innerhalb 2—5 Minuten wiederholen.

Unter den periodischen beweglichen Blättern findet sich eine geringere Anzahl, welche noch ausserdem die Eigenschaft besitzen, durch Erschütterung aus der Tagstellung in die Nachtstellung überzugehen, so besonders die Blätter von *Mimosa*.

Die Staubfäden mehrerer Blüthen, z. B. von *Berberis*, *Centaurea* sind nur durch Erschütterung reizbar; die von *Berberis*, welche im ruhenden Zustande auseinandergeschlagen sind, biegen sich bei Berührung der Innenseite concav nach innen, so dass sie sich auf die Narbe hinneigen. Die von *Centaurea* verkürzen sich durch Berührung und erschüttern, da sie mit der Kronenröhre verwachsen sind, dadurch auch die übrigen derselben Blüthe. Die einzelnen Blüthen stehen dicht gedrängt in den Blüthenköpfen; fährt man sachte über einen solchen mit der Hand hinweg, so tritt eine lebhaft wimmelnde Bewegung aller Einzelblüthen ein.

Die haarförmigen, in drüsige Köpfchen endigenden Anhängsel des Blattes von *Drosera* (Fig. 72 A) krümmen sich, wenn die Drüse von einem festen Gegenstande berührt oder mit stickstoffhaltiger Flüssigkeit benetzt wird, in der Weise nach innen, dass alle Drüsen auf der Blattmitte sich versammeln (Fig. 72 B). Es dient hier diese Einrichtung dazu, um kleine Insecten, die am klebrigen Secret der Drüse festgehalten werden, auf die Blattmitte zu schaffen, und dort mit möglichst vielen Drüsen in Berührung zu bringen, deren Secret nunmehr die stickstoffhaltigen Bestandtheile löst und in die

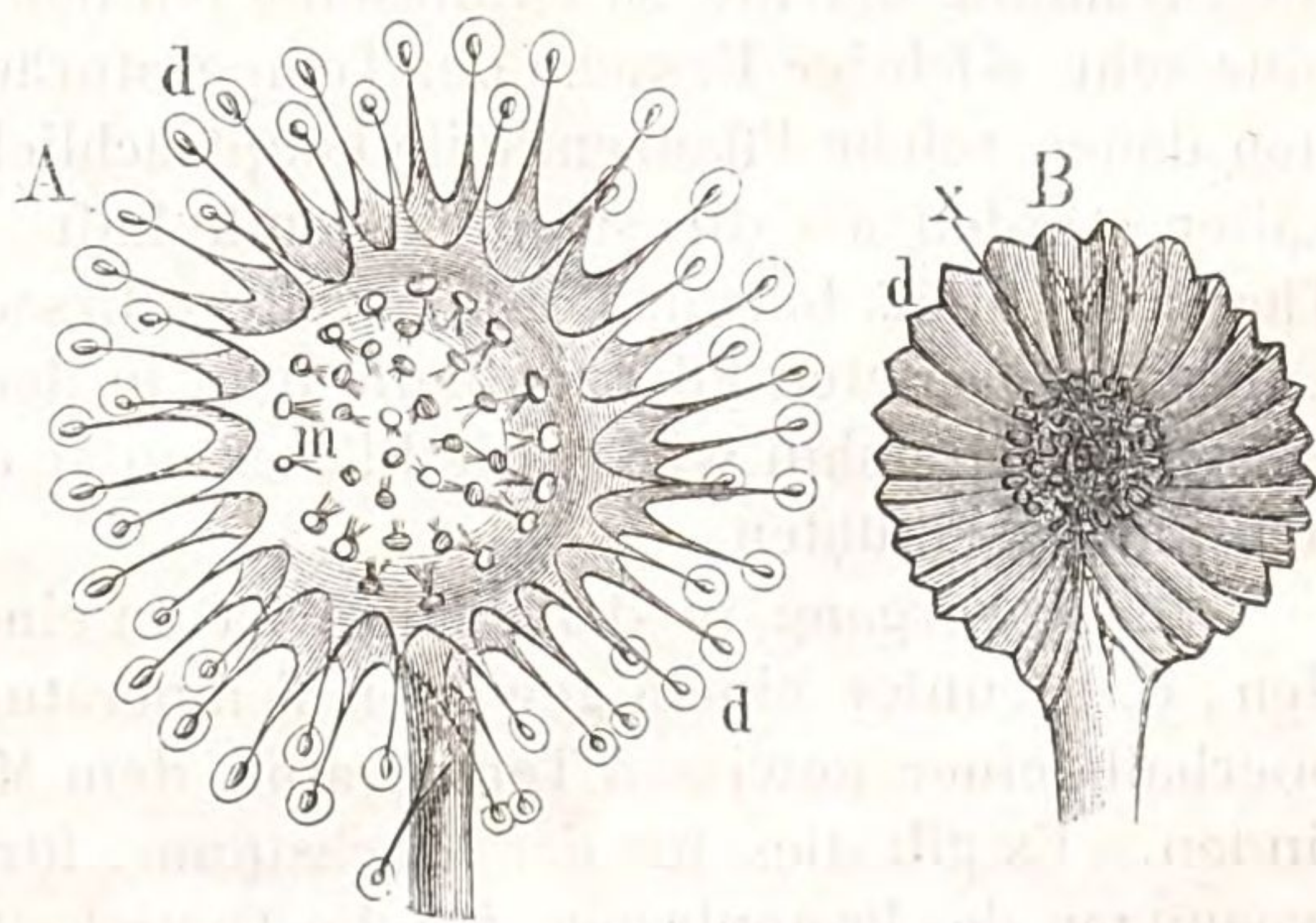


Fig. 72. Blatt von *Drosera rotundifolia*, A im ausgebreiteten Zustande, *d* die Anhängsel des Randes, *m* die kurzgestielten Drüsen des Mittelfeldes, B durch Berührung des Insectes *x* sind die Anhängsel alle einwärts gekrümmt.

Pflanze überführt. Andere fleischfressende Pflanzen besitzen noch complicirtere Bewegungseinrichtungen zu demselben Zweck.

Wenn die Bewegungen der Blätter vor sich gehen sollen, muss sich die Pflanze in einem gewissen Zustande der Reizbarkeit befinden; durch lange dauernde Finsterniss, durch lange Dauer von zu hoher oder zu niedriger Temperatur, durch chemische oder elektrische Eingriffe tritt ein Starrezustand ein, in welchem kein Reiz im Stande ist, die Bewegung zu veranlassen.

Fünftes Kapitel.

Allgemeine Lebensbedingungen der Pflanze.

§ 51. **Abhängigkeit des Pflanzenlebens von den Wärmezuständen.** Da die Wärmebildung im Inneren der Pflanze mit wenigen Ausnahmen eine äusserst geringe ist, so hängt die Temperatur des Pflanzenkörpers fast ausschliesslich von der der Umgebung ab; der Ausgleich zwischen dieser und der Pflanze findet zum Theil durch Leitung, zum Theil durch Strahlung statt. Da die Pflanzentheile schlechte Wärmeleiter sind, d. h. Temperaturveränderungen nur langsam stattfinden lassen, so wird bei raschen und starken Temperaturschwankungen in der Umgebung die Pflanze häufig eine andere bald höhere, bald niedrigere Temperatur haben müssen, als gleichzeitig in der Umgebung herrscht; wenn diese letztere nur langsam schwankt, wie z. B. im Boden, im Wasser, so werden auch die dort befindlichen Pflanzentheile immer nahezu dieselbe Temperatur haben, wie die Umgebung. Was die Strahlung betrifft, so ist dieselbe bei den Pflanzen, zumal den Blättern, eine sehr wichtige Ursache der Temperaturänderung; bei klarer Luft können daher solche Pflanzentheile hauptsächlich Nachts durch Strahlung viel kälter werden als die sie umgebende Luft, worauf auch die Bildung des Thaus und Reifs beruht. Eine weitere Ursache der Abkühlung der in der Luft ausgebreiteten Pflanzentheile liegt in der Verdunstung, welche besonders am Tage dahin wirkt, die Blätter unter die Temperatur der umgebenden Luft abzukühlen.

Jeder Vorgang in der Pflanze ist an eine gewisse Temperatur gebunden, d. h. unter einem gewissen Temperaturgrade, dem Minimum, sowie oberhalb einer gewissen Temperatur, dem Maximum, kann er nicht stattfinden. Es gilt dies für das Wachsthum, für die Assimilation, für die Bewegungen des Protoplasma, für die Thätigkeit der Wurzeln u. s. w. Innerhalb dieser beiden Grenzen, zwischen dem Minimum und Maximum gibt es für jede Function, und zwar für jede Pflanze verschieden, ein Optimum, bei welchem die Function am intensivsten verläuft. Wenn also die Temperatur bis zum Optimum steigt, wirkt sie mit jedem Grade günstiger; steigt sie aber über das Optimum hinaus bis zum Maximum, so wirkt sie mit jedem Grade ungünstiger.

Man kann im Allgemeinen annehmen, dass alle Vegetationserscheinungen unserer einheimischen Pflanzen erst bei einigen Graden über dem Eispunct beginnen, dann bis ungefähr $25\text{--}30^{\circ}\text{C}$. sich an Intensität steigern, bei der genannten Temperatur ihr Optimum erreichen und bei Temperaturen über 30 bis ungefähr 45°C . wieder an Energie abnehmen, um bei etwa 50°C . ganz zu erlöschen. Bei Pflanzen heisser Klimate liegt die untere Grenze beträchtlich höher; so keimt z. B. ein Kürbissame erst bei 13°C .

Die Tödtung durch zu hohe Temperatur hängt vom Wassergehalt ab; während trockene Erbsensamen eine Stunde lang erst bis über 70°C . erwärmt, ihre Keimkraft verlieren, werden sie, mit Wasser vollgesogen, schon bei einer Temperatur von 54°C . getödtet. Die meisten Pflanzentheile ertragen keine höhere Temperatur bei länger dauernder Einwirkung als etwa 50°C . in Luft, 45°C . in Wasser.

Das Erfrieren der Pflanzen, d. h. deren Beschädigung oder Tödtung durch Kälte findet erst dann statt, wenn die Temperatur der Pflanze einige, zuweilen selbst viele Grade unter den Eispunct sinkt, vorausgesetzt, dass die betreffende Pflanze überhaupt im Stande ist zu erfrieren; denn viele werden durch Kälte überhaupt nicht getödtet, wie die Flechten, manche Moose und Pilze; es sind das gerade diejenigen, welche auch das Austrocknen ohne Nachtheil ertragen. Ueberhaupt sind trockene Pflanzentheile, wie die meisten Samen, die Winterknospen unserer Bäume, sehr unempfindlich, während dieselben, wenn sie mehr Wasser enthalten, so die Knospen während der Entfaltung, sowie überhaupt saftige Pflanzentheile sehr leicht erfrieren. Setzt man einen solchen wasserreichen Pflanzentheil der Kälte aus, so tritt ein der Temperaturerniedrigung entsprechender Theil des Wassers aus den Zellen heraus und gefriert an deren Oberfläche, während sich das Gewebe entsprechend zusammenzieht; innerhalb der Zellen gefriert das Wasser nicht. Das aus den Zellen ausgetretene gefrorene Wasser bildet Massen oder Krusten (*k* Fig. 73), bisweilen lange Kämme, welche aus einzelnen parallelen Eiskrystallen bestehen, und zwar aus fast ganz reinem Eis, da die gelösten Stoffe mit dem Rest des Wassers in concentrirterer Lösung in den Zellen zurückbleiben. Es ist gewiss, dass diese Eisbildung an und für sich vielen Pflanzen nicht schadet; denn bei langsamem Aufthauen nehmen die Zellen das langsam abschmelzende Wasser wieder auf und kehren in ihren ursprünglichen normalen Zustand zurück. Lässt man jedoch das Aufthauen rasch vor sich gehen, so findet das plötzlich in grossen Mengen abschmelzende Wasser nicht Zeit, wieder in die Zellen einzutreten, sondern stagnirt in den Zwischenräumen, wo-

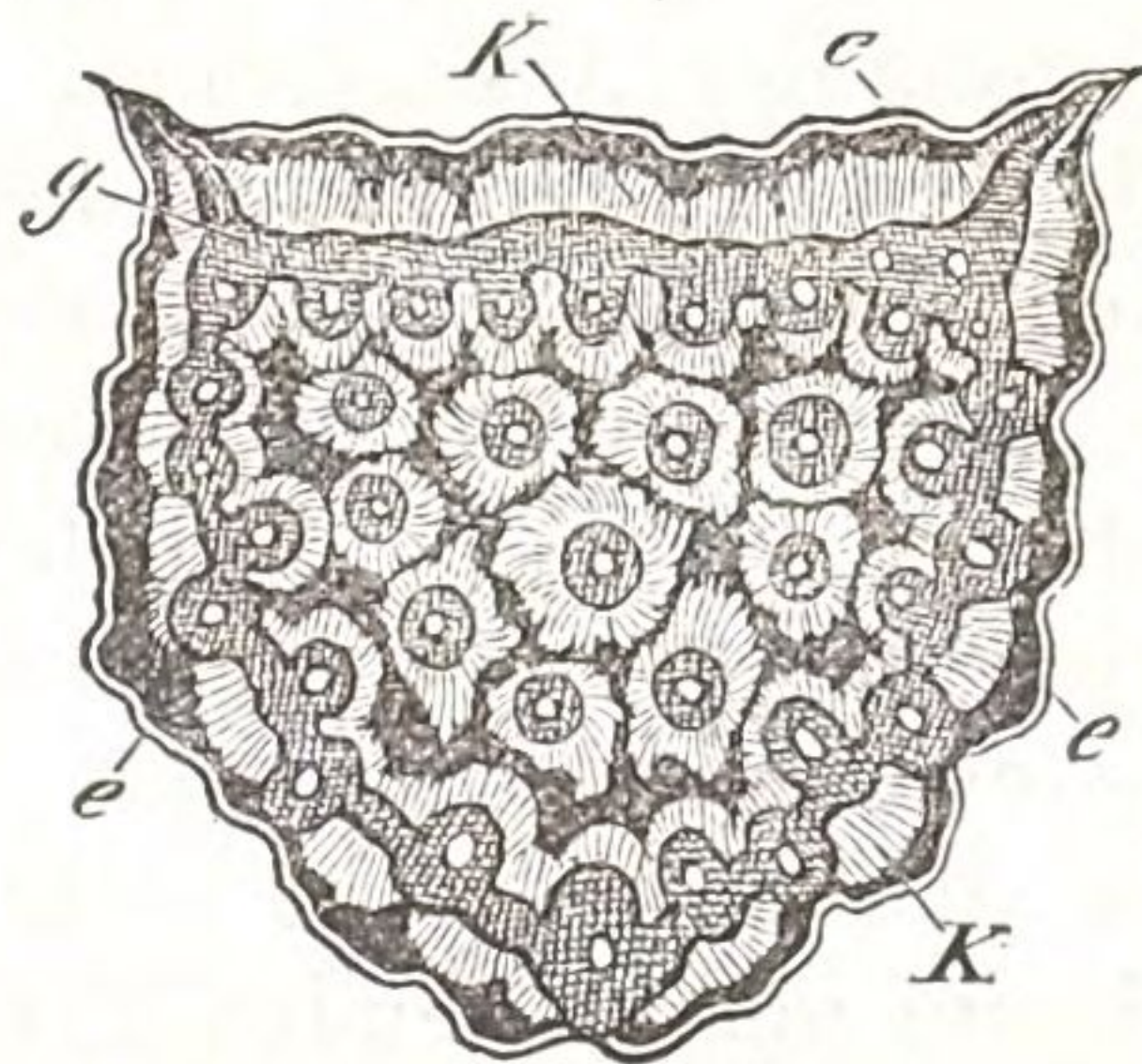


Fig. 73. Eismassen (*k*) zwischen dem zerrissenen Gewebe eines gefrorenen Artischockenblattstiels (*Cynara Scolymus*). Querschnitt. *g* Parenchym, in einzelne, die Fibrovasalstränge enthaltende Partien zerrissen; *e* die Epidermis. Die Hohlräume sind ganz schwarz gehalten (nach Sachs).

durch die Pflanzen missfarbig werden und faulen, oder es läuft ab und verdunstet, so dass die Pflanze vertrocknet. Manche Pflanzentheile jedoch, wie z. B. Kürbis- und Georginenblätter, lassen sich auch durch langsames Aufthauen nicht vor dem Kältetod schützen.

An Baumstämmen treten in Folge der Kälte radiale Risse, Frostspalten auf, welche bei steigender Temperatur sich wieder schliessen, aber natürlich nur im Rindentheile vernarben können; sie entstehen durch ungleiche Zusammenziehung des Holzes, welche in den äusseren, wasserreicheren Theilen grösser ist.

Eine eigenthümliche Wirkung übt die Kälte auf manche grüne Blätter aus; die Zweige und Blätter von Thuja, Ilex u. a. werden durch die Kälte braunroth, beim Erwärmen wieder grün; es rührt diese gewöhnlich ins Hellbraune ziehende Verfärbung von einer Umwandlung des Chlorophylls selbst her und ist nicht zu verwechseln mit der im Herbst und Winter häufig auftretenden rothen Färbung vieler Blätter, z. B. des wilden Weins, durch einen gelösten Farbstoff.

§ 52. **Das Licht** ist, wie wir gesehen haben, eine nothwendige Bedingung der Assimilation. Wenn dieselbe aber stattgefunden hat, können die weiteren Vorgänge des Stoffwechsels und Wachstums grösstentheils auch ohne Betheiligung des Lichtes vor sich gehen, wenn sie auch von dessen An- oder Abwesenheit modificirt werden. Aus Reservestoffbehältern, wie z. B. Kartoffelknollen, wachsen in vollständiger Finsterniss Triebe heran; das wachsende Stammende einer kräftigen Pflanze, in einen finstern Raum eingeführt, erzeugt Blätter, Blüten und Früchte, da es von den unteren am Licht assimilirenden Blättern ernährt wird. Wenn wir die modificirenden Einflüsse, welche das Licht auf Wachstum, Stoffwechsel und ähnliche Vorgänge ausübt, mit berücksichtigen, ergeben sich fünf Wirkungen des Lichts auf das Pflanzenleben, welche jedoch in zwei Gruppen zerfallen, in chemische, welche in höherem Grade von den minder brechbaren (gelben) Strahlen hervorgerufen werden (also gerade umgekehrt, wie die chemische Wirkung des Lichts auf Silberlösung u. dgl.) und in mechanische, welche vorzugsweise den brechbaren (blauen) Strahlen zukommen.

Von den chemischen Wirkungen ist

1) die Chlorophyllbildung in der Weise vom Lichte abhängig, dass gewöhnlich im Finstern die Protoplasmapartien, die Chlorophyllkörper sich wohl aus der übrigen Masse ausscheiden; allein die Bildung des Farbstoffs geht nur unvollständig vor sich; sie färben sich nur gelb, aber nicht grün. Zur Entstehung des grünen Farbstoffs ist die Mitwirkung des Lichtes nothwendig, und zwar kommt diese Wirkung den minder brechbaren Strahlen zwar nicht ausschliesslich, aber doch in höherem Masse zu, als den stärker brechbaren. Nur wenige Pflanzentheile, wie die Keimpflanzen der Nadelhölzer und die Blätter der Farne vermögen im Finstern zu ergrünen. Es ist jedoch nicht zu vergessen, dass die Chlorophyllbildung auch von der Temperatur abhängt und bei zu niedriger Temperatur nicht erfolgt; daher können Pflanzentheile, welche im ersten Frühjahre bei kalter Witterung

aus dem Boden hervorbrechen, trotz des Lichtes Tage lang gelb bleiben, bis wärmere Temperatur eintritt.

2) Die Abhängigkeit der Assimilation vom Lichte wurde schon oben (§ 33) erwähnt; die Wirkung der stärker brechbaren Strahlen ist hier eine äusserst geringe.

Mechanische Wirkungen sind:

3) die Erscheinung, dass bei vielen Pflanzen starke Beleuchtung an Blättern oder anderen grünen Theilen eine hellere grüne Färbung hervorruft, während beschattete Theile gleichzeitig dunkelgrün bleiben. Es ist bis jetzt so viel beobachtet, dass dieser Wechsel der Färbung auf einer Lagenänderung der Chlorophyllkörner in den Zellen beruht, welche wahrscheinlich durch das Protoplasma veranlasst wird. — Viele Schwärmzellen bewegen sich der Lichtquelle zu, andere fliehen dieselbe.

4) Die Zelltheilung ist unabhängig vom Lichte; sie geht sehr häufig an Orten vor sich, die kein Licht erhalten, wie an vielen Vegetationspuncten, im Cambium, ebensogut in anderen Fällen auch bei voller Beleuchtung, z. B. bei vielen Spaltöffnungen. Hingegen wird das Wachsthum aller positiv heliotropischen Organe, wie wir oben gesehen haben, durch das Licht, und zwar ausschliesslich durch die stärker brechbaren Strahlen in retardirender Weise beeinflusst.

5) Das Licht wirkt auf die reizbaren beweglichen Pflanzenorgane in zweierlei Weise; erstens ruft eine Steigerung der Lichtintensität die Tagstellung hervor; zweitens ist der reizbare Zustand davon abhängig, dass die Pflanze schon längere Zeit in normaler Weise dem Lichte ausgesetzt gewesen ist.

§ 53. **Die Schwerkraft.** Alle Pflanzen und Pflanzentheile unterliegen natürlich der allgemeinen Schwerkraft. In welcher Weise dieselbe vermittels des Wachsthums auf die Richtung der Pflanzentheile einwirkt, haben wir bereits (§ 47) kennen gelernt. Die Pflanzen besitzen aber auch Einrichtungen, welche darauf berechnet sind, das Gewicht der Pflanzentheile mit den übrigen Verhältnissen in Einklang zu bringen. Die Festigkeit des Holzes trägt wesentlich dazu bei, die mit Blättern und Früchten schwerbeladenen Aeste vor dem Sinken zu bewahren; die kletternden Schling- und Rankenpflanzen benützen zu dem gleichen Zwecke fremde Körper als Stützen; die Wasserpflanzen besitzen besondere Vorrichtungen, als luftgefüllte Räume, lange wachsende Stiele u. dgl., um einzelne ihrer Theile an die Oberfläche des Wassers zu bringen. Die Samen und Früchte vieler Pflanzen sind mit haarigen, federigen oder flügelartigen Anhängseln versehen, welche ihre Beweglichkeit durch den Wind, selbst den Transport auf hohe Berge ermöglichen.

§ 54. **Die Elektrizität.** Die zahlreichen chemischen Processe in der Pflanze müssen von elektrischen Vorgängen begleitet sein. Die elektrischen Spannungen zwischen Erde und Luft werden sich, da die Pflanzensäfte gute Leiter sind, durch die Pflanze hindurch ausgleichen, wie die Blitzschläge, die ganz besonders durch hohe Bäume sich zu entladen pflegen, in auffallender Weise zeigen. Im Uebrigen ist wenig bekannt. Stärkere elektrische

Reizungen wirken auf die reizbaren Blätter, z. B. von Mimosa, ähnlich wie blosse Erschütterungen; auch das Protoplasma zeigt, elektrisch gereizt, keine speciell eigenthümlichen Erscheinungen, die man nicht auch durch andere Eingriffe hervorrufen könnte.

Sechstes Kapitel.

Die Fortpflanzung und der Generationswechsel.

§ 55. Verschiedene Pflanzen besitzen die Fähigkeit, durch Abtrennung von Brutknospen (s. p. 45) sich zu vermehren; ähnliche Vermehrung kommt auch dadurch zu Stande, dass manche Stengel (besonders unterirdische Rhizome, kriechende Stengel u. s. w.) sich verzweigen und von rückwärts her fortwährend absterben und verwesen, so dass die einzelnen Zweige nun ebensoviele vollständig isolirte Pflanzen darstellen. Künstlich kann man auch von vielen Pflanzen einzelne Zweige, auch Blätter abschneiden, welche sich unter geeigneten Bedingungen bewurzeln und neue Pflanzen bilden. Alle diese noch viel mannigfaltigeren Vorgänge werden als vegetative Vermehrung zusammengefasst.

Ausser derselben findet man aber bei allen Pflanzen, mit Ausnahme einiger noch wenig bekannter der niedrigsten Algen und Pilze, noch die eigentliche Fortpflanzung im engeren Sinne. Dieselbe kann in zweierlei Weise sich geltend machen:

a) als ungeschlechtliche durch Sporen, welche bei den Kryptogamen allgemein, bei den Phanerogamen jedoch nicht vorkommen; sie sind dadurch ausgezeichnet, dass sie ohne Mitwirkung anderer Pflanzentheile im Stande sind zu keimen und neue Pflanzen zu reproduciren und gewöhnlich (mit Ausnahme einiger Pilze) aus einer einzigen Zelle bestehen.

b) die zweite Form der Fortpflanzung ist die geschlechtliche oder sexuelle, welche darin besteht, dass zwei Zellen gebildet werden, welche durch ihre Vereinigung erst ein entwicklungsfähiges Product liefern. Bei gewissen Gruppen der Algen und Pilze (Conjugaten und Zygomyceten) sind diese beiden Zellen von gleicher Form und Grösse; der Vorgang wird dann als Conjugation bezeichnet. In den meisten Fällen jedoch vollzieht sich die Befruchtung im engeren Sinne zwischen zwei an Form und Grösse sehr verschiedenen Zellen, von denen die eine als männlich, die andere als weiblich bezeichnet wird. Bei den meisten Kryptogamen, mit wenigen Ausnahmen, sind die männlichen Befruchungskörper Spermatozoiden, d. h. selbständig bewegliche nackte Protoplasmakörper, welche in das weibliche Befruchtungsorgan eindringen (und dort mit der weiblichen, der Eizelle, d. h. ebenfalls einer nackten Primordialzelle, die aber viel grösser und nicht selbständig beweglich ist, sich verbinden. Die Eizelle umgibt sich hierauf mit einer Membran und bildet sich in den Embryo

oder Keim um. Bei den Phanerogamen, welche sich durch die Bildung ächter Samen auszeichnen, sind die männlichen Zellen die Pollenkörner (die Zellen des Blütenstaubes), welche zu einem langen Schlauch auswachsend durch Berührung mit der im Innern des Fruchtknotens befindlichen Eizelle die Befruchtung vollziehen.

Bei den letzteren entsteht durch die Befruchtung sofort wieder eine neue Pflanze, welche der Mutterpflanze vollkommen gleich ist. Bei den Kryptogamen dagegen, besonders deutlich bei den höheren, ist es allgemein der Fall, dass während der ganzen Entwicklung einer Pflanze zweierlei Fortpflanzungsweisen, eine geschlechtliche und eine ungeschlechtliche mit einander abwechseln, ein Vorgang, welcher als *Generationswechsel* bezeichnet wird. Bei den Moosen z. B. trägt das beblätterte Stämmchen die Sexualorgane, es stellt dementsprechend die geschlechtliche oder erste Generation vor. Das Product der Befruchtung, welches durch Umbildung der Eizelle entsteht, ist nun nicht eine der ersten gleiche Pflanze, sondern eine Kapsel, welche auf ungeschlechtlichem Wege Sporen bildet, die ungeschlechtliche oder zweite Generation. Aus jeder Spore kann sich wieder eine Pflanze der ersten Generation entwickeln. Wie sich dieser Generationswechsel bei den höheren Kryptogamen gestaltet, soll weiter unten bei deren Betrachtung gezeigt werden. Bei den niederen Kryptogamen dagegen, den Algen und Pilzen, soweit diese überhaupt geschlechtliche Fortpflanzung besitzen, finden wir theils ähnlich wie bei den Moosen, als Product der Befruchtung einen Fruchtkörper, in welchem auf ungeschlechtlichem Wege Sporen gebildet werden, theils statt dessen nur einen Haufen von Sporen, theils bei den niedrigsten, überhaupt nur eine einzige Spore, welche aus der befruchteten Eizelle direct hervorgeht, somit die ganze zweite Generation vorstellt. Je nach der Art der geschlechtlichen Fortpflanzung heisst diese Spore dann Oospore, wenn durch wirkliche Befruchtung entstanden, oder Zygospore, wenn durch Conjugation hervorgegangen.

Vierter Theil.

Systematische Uebersicht des Pflanzenreichs.

Einleitung. Bei einer systematischen Eintheilung der Pflanzen kann man auf zweierlei Weise verfahren. Entweder will man nur die grosse Zahl der verschiedenen Pflanzenformen nach irgend einem Princip so eintheilen, dass überhaupt durchgreifende Ordnung entsteht, vermittelt deren man im Stande ist, jeder Pflanze einen Platz anzuweisen und sie wiederzufinden. Derartige Systeme sind früher vielfach aufgestellt worden und führen den Namen künstliche Systeme. Es wird hierbei das Eintheilungsprincip mehr oder weniger willkürlich im Voraus bestimmt, ohne Rücksicht darauf, ob bei der so getroffenen Eintheilung auch immer die wirklich verwandten Pflanzenformen zusammenkommen, die weniger verwandten auseinandergehalten werden. Das bekannteste derartige System ist das sogenannte Sexualsystem von Linné, welcher die Pflanzen nach der Zahl und Verwachsungsweise der Sexualorgane eintheilte. Dieselben waren aber zu seiner Zeit nur für die Phanerogamen (die Samenpflanzen) bekannt; für die grosse Zahl der Kryptogamen, welche bei Linné gleichsam nur als Anhang erscheinen, lässt sich dieses Princip nicht durchführen.

Das natürliche System, für dessen Entwicklung gerade die genauere Kenntniss der Fortpflanzung der Kryptogamen von der höchsten Bedeutung war, hat die Aufgabe, die Pflanzen nach ihren inneren Verwandtschaften zusammen zu ordnen; da diese aber von der Natur ein für allemal gegeben sind, hängt die Aufstellung des natürlichen Systems nicht von der Wahl eines willkürlichen Eintheilungsprincips ab, sondern ist bedingt durch den Stand unserer Kenntnisse dieser inneren Verwandtschaften. Dieselben sprechen sich vorwiegend in der Structur und den sonstigen Eigenschaften der Fortpflanzungsorgane, sowie in den Beziehungen der Fortpflanzung zum Generationswechsel aus.

Dies gilt hauptsächlich für die Aufstellung der grösseren Abtheilungen des Pflanzenreichs; innerhalb jeder einzelnen Abtheilung aber kann sich die Verwandtschaft bald in dieser, bald in jener Weise kenntlich machen, ohne dass man im Stande wäre, allgemeine Regeln für die Feststellung näherer Verwandtschaften aufzustellen.

Da die Forschungen über diesen Gegenstand noch lange nicht abgeschlossen sind, so ist auch das natürliche System noch nicht vollkommen ausgebildet; die verschiedenen übersichtlichen Darstellungen, welche man als solche bezeichnet, sind daher nur mehr oder minder vollkommene Annäherungen an die Wahrheit. Somit kann auch das hier in folgendem zu Grunde gelegte System nicht als das einzig richtige betrachtet werden; es wurde nur deshalb gewählt, weil die hier gegebene Eintheilung dem gegenwärtigen Stand der Morphologie und Verwandtschaftslehre am besten zu entsprechen scheint.

Vorläufig mag folgende Uebersicht die Hauptabtheilungen zur Anschauung bringen:

I. Gruppe. **Die Thallophyten.** *Pflanzen von sehr einfachem Bau, ohne Sonderung von Blatt und Ache, ohne ächte Wurzeln und Fibrovasalstränge, zum Theil ohne deutlichen Generationswechsel.*

Classe 1. Algen.

- 2. Pilze.

II. Gruppe. **Die Muscineen.** *Aus der Spore entsteht die meist in Stamm und Blatt gegliederte, aber der Fibrovasalstränge und Wurzeln entbehrende Pflanze, welche die Sexualorgane trägt; aus der befruchteten Eizelle wird eine sporenbildende Kapsel.*

Classe 3. Lebermoose (Hepaticae).

- 4. Laubmoose (Musci).

III. Gruppe. **Die Gefässkryptogamen.** *Aus der Spore entsteht ein kleines Prothallium, welches die Sexualorgane trägt; aus der befruchteten Eizelle wird die in Stamm, Blatt, Wurzeln gegliederte Pflanze mit Fibrovasalsträngen, welche wieder Sporen erzeugt.*

Classe 5. Filicinen.

- 6. Equisetinen.

- 7. Lycopodinen.

IV. Gruppe. **Die Phanerogamen.** *Sie sind ausgezeichnet durch die Bildung üchter Samen, welche zur Zeit der Reife eine kleine Pflanze mit Wurzelanlage und den ersten Blättern enthalten. Die junge Samenanlage enthält in sich die Eizelle, welche durch die Befruchtung zum Embryo wird.*

Abtheilung A. **Gymnospermen.**

Classe 8. Gymnospermen.

Abtheilung B. **Angiospermen.**

Classe 9. Monocotyledonen.

- 10. Dicotyledonen.

Hebt man die mehreren Gruppen gemeinsamen Merkmale den übrigen gegenüber hervor, so stehen den Phanerogamen als samenträgenden Pflanzen die drei übrigen Gruppen zusammen als sporenbildende oder Kryptogamen gegenüber. Den Thallophyten und Muscineen zusammen als gefässlosen, Zellenpflanzen, stehen die Gefässkryptogamen und Phanerogamen als Gefässpflanzen gegenüber; den blattlosen Thallophyten endlich die drei anderen als Cormophyten d. h. in Stamm und Blatt gegliedert.

Die oben aufgeführten Classen sind von sehr ungleichem Umfang; während einzelne (wie z. B. die Equisetinen) nur wenige, zum Theil einander sehr nahe verwandte Formen enthalten, finden sich in anderen (z. B. bei den Dicotyledonen, den Pilzen) eine ungeheure Anzahl, viele Tausende verschiedener Formen; diese Ungleichheit liegt im Wesen des natürlichen Systems begründet; denn einerseits ist es ja nicht nothwendig, dass innerhalb eines durch eine Classe repräsentirten Bildungstypus sich eine grosse Mannigfaltigkeit entfalte; andererseits darf man mit Grund annehmen, dass die jetzt lebenden wenigen Repräsentanten mancher Classen (so besonders z. B. der Lycopodinen) nur spärliche Ueberreste zum Theil untergegangener mannigfaltiger und massenhaft entwickelter Abtheilungen sind.

Diejenigen Classen, welche eine hinreichende Zahl von Formen enthalten, werden noch in Unterabtheilungen eingetheilt, nemlich in Reihen (series), diese in Zünfte (tribus), diese in Ordnungen (ordines), diese in Familien (familiae) und je nach Bedürfniss diese Abtheilungen wieder in Unterordnungen (subordines) etc. Doch herrscht in der Anwendung dieser Namen auf die verschiedenen Unterabtheilungen grosse Willkür. Die beiden engsten systematischen Begriffe, die Gattung (genus) und die Art (species), dienen zugleich zur Bezeichnung des Namens jeder einzelnen Pflanze. Zu einer Art rechnet man alle diejenigen Individuen, welche unter einander so übereinstimmen, als ob sie die unmittelbaren Nachkommen eines Individuums wären. Es können allerdings (aber doch verhältnissmässig nur selten) bei der Fortpflanzung unerwartet neue Eigenschaften auftreten; die mit diesen neuen Eigenschaften ausgestatteten Individuen werden dann bei der Eintheilung und Namengebung als Varietäten der Art untergeordnet. Mehrere Arten, welche untereinander so auffallend übereinstimmen, dass sie schon durch ihre Gesamterscheinung sich als nahe verwandt darstellen, werden zu einer Gattung zusammengefasst. Die Umgrenzung der Gattungen ist dem entsprechend keine feste, sondern nach der Auffassung des Einzelnen veränderlich. Innerhalb grösserer Gattungen werden die Arten wieder zu Unter-gattungen (subgenera) oder Gattungssectionen gruppiert.

Der wissenschaftliche Name jeder Pflanze besteht nach der durch Linné eingeführten Namengebung aus zwei Worten, deren erstes die Gattung, deren zweites die Art bezeichnet; so sind z. B. der gemeine Wegerich *Plantago maior* und der Spitzwegerich *Plantago lanceolata* zwei Arten der Gattung *Plantago*. Da oft dieselben Pflanzen, zumal in früheren Zeiten, von verschiedenen Botanikern mit verschiedenen Namen und andererseits ver-

schiedene Pflanzen mit dem gleichen Namen belegt worden sind, so ist es, um Verwechslung zu vermeiden, in wissenschaftlichen Werken nöthig, dem Namen der Pflanze noch den Namen desjenigen Botanikers, des Autors, und zwar die häufigeren in Abkürzung beizusetzen, der ihr diesen Namen gegeben hat. So bedeutet z. B. *Plantago lanceolata* L., dass Linné der Pflanze diesen Namen gegeben hat und zugleich, dass wirklich die von Linné beschriebene Pflanze gemeint ist. Oder z. B. die Rothtanne, Fichte, heisst *Abies excelsa* DC. (De Candolle), während dieselbe Pflanze von Linné in die Gattung *Pinus* mit dem Namen *Pinus Abies* L. gestellt worden war; diese beiden Namen sind also gleichbedeutend, synonym; hingegen *Pinus Abies Duroi* ist eine andere Pflanze, die Edel- oder Weisstanne.

In welcher Weise jeder Pflanze ihr Platz im natürlichen System angewiesen ist, zeigen folgende Beispiele von *Plantago maior* und vom Fliegen-schwamm *Agaricus muscarius*.

1. Gruppe: Phanerogamen.

Abtheilung: Angiospermen.

Classe: Dicotyledoneae.

Unterclasse: Gamopetalae.

Zunft: Anisocarpeae.

Unterzunft: Hypogynae.

Ordnung: Labiatiflorae.

Familie: Plantagineae.

Gattung: *Plantago*.

Art: *maior*.

2. Gruppe: Thallophyten.

Classe: Pilze.

Ordnung: Basidiomycetes.

Zunft: Hymenomycetes.

Familie: Agaricinae.

Gattung: *Agaricus*.

Untergattung: *Amanita*.

Art: *muscarius*.

Erste Gruppe.

Die Thallophyten.

Die Gruppe der Thallophyten wird von den niedrigsten Pflanzen gebildet, welche meist noch keine Gliederung in Stamm, Blatt und Wurzel erfahren haben, zum Theil selbst zeitlebens nur aus einer einzigen Zelle bestehen, d. h. einzellig sind. Geschlechtliche Fortpflanzung existirt bei den niedrigsten überhaupt nicht; bei den höheren Repräsentanten der

Gruppe ist das Geschlechtsproduct entweder eine einzige Spore, oder ein Sporenhaufen oder ein Fruchtkörper, in welchem Sporen gebildet werden. Die Eintheilung in die zwei Classen der Algen und Pilze ist zwar künstlich, nur auf den Besitz (Algen) oder Mangel (Pilze) des Chlorophylls gegründet; es ist indess wahrscheinlich, dass dennoch die beiden Classen wenigstens zum grössten Theil natürlich sind, indem wir annehmen, dass in beiden Classen parallel nebeneinander die Entwicklung von höher organisirten Formen stattfand.

Classe I.

Die Algen (Algae).

Die Algen sind Gewächse der einfachsten Art, welche in Form von grünen, blaugrünen oder bräunlichen Fäden oder Gewebekörpern unsere Gewässer bewohnen oder an feuchten Orten, wie Felsen, Mauern, Baumrinden Ueberzüge von ähnlicher Farbe bilden. Im Meere finden sich, oft in grosser Massenentwicklung, solche von schön rother oder bräunlicher Farbe, welche theils durch ihre riesige Gestalt, theils durch die zierliche Form der Verzweigung die Aufmerksamkeit des Beobachters auf sich ziehen. Während einige einzellig sind, d. h. ihren ganzen Lebenslauf in einer einzigen Zelle vollbringen, welche durch Theilung neue Individuen erzeugt, bilden andere theils lange Zellreihen, Fäden, theils umfangreiche Gewebekörper oder Zellflächen.

Der durchgreifendste Unterschied dieser Classe von der folgenden der Pilze liegt in dem Chlorophyllgehalt und der hierdurch bedingten Lebensweise; die Algen sind hiedurch befähigt, selbst zu assimiliren, während die Pilze auf die Existenz anderer Organismen angewiesen sind. Dieser Chlorophyllgehalt tritt bei den grünen Algen sofort hervor; aber auch die blaugrünen, olivengrünen, braunen und rothen Algen besitzen Chlorophyllfarbstoff, welcher nur durch die Anwesenheit anderer Farbstoffe in den Chlorophyllkörpern selbst verdeckt ist. Diese dem Chlorophyll beigemengten Farbstoffe sind gewöhnlich constant für Gruppen, die auch in den Fortpflanzungsverhältnissen übereinstimmen.

Sehr häufig ist in der Classe die Fortpflanzung durch Schwärmzellen, auch Schwärmsporen genannt (s. Fig. 37 und 79), nemlich hautlose Protoplasmakörper, welche theils durch Theilung einer Zelle, theils durch Verjüngung entstehen und mittels besonderer zarter Fortsätze, der Cilien, sich im Wasser bewegen, um nach einiger Zeit sich mit Membran zu umgeben und durch Wachsthum und Theilung zu neuen Individuen zu werden. Sie dienen zum grössten Theile nur der vegetativen Vermehrung, zum Theil spielen sie aber auch eine Rolle bei der geschlechtlichen Fortpflanzung und dem Generationswechsel.

Während bei den niedrigsten weder geschlechtliche Fortpflanzung, noch Schwärmzellenbildung vorkommt, finden wir bei den Conjugaten Con-

jugation der ganzen Zellinhalte zu Zygosporien, bei vielen Zoosporeen Conjugation zweier gleicher oder etwas verschiedener meist durch Theilung entstandener Schwärmzellen zu Zygosporien. Hieran schliessen sich unmittelbar diejenigen Ordnungen, bei welchen nur die kleineren männlichen Zellen (Spermatozoiden genannt) schwärmen, die weiblichen aber als grössere Eizellen in ihrer Mutterzelle (Oogonium) ruhend bleiben und sich hier zu Oosporen umbilden. Die Oosporen geben bei der Keimung nur einem, oder durch Theilung mehreren Individuen den Ursprung, können von besonderen Hüllen umgeben sein oder nicht. Hievon entfernen sich die Florideen durch die eigenthümliche Structur der weiblichen Organe und die Bildung von Sporenhäufen. Andererseits schliessen sich an die Zoosporeen die erst in jüngster Zeit genauer bekannt gewordenen Botrydiaceen an, bei welchen durch die Copulation zweier Schwärmzellen ohne Ruhezustand sofort wieder die Pflanze entsteht; sowie ferner die Melanophyceen, welche (soweit ihre Fortpflanzung überhaupt erforscht ist) die gleiche Erscheinung zeigen, während überdiess die viel grössere weibliche Zelle wohl vor der Befruchtung entleert wird, aber nicht activ beweglich ist.

Berücksichtigt man ausser diesen Fortpflanzungsverhältnissen auch den vegetativen Aufbau der Algen, so bekommen wir folgendes System derselben, das freilich so lange als provisorisch gelten muss, als für viele Formen, die wir zur Zeit nur nach ihrem vegetativen Bau an andere anschliessen können, die Fortpflanzung nicht vollständig bekannt ist:

- I. Sexuelle Fortpflanzung unbekannt; keine Schwärmzellen.
 1. Ordnung: Phycchromaceen, blaugrüne Algen.
- II. Sexuelle Fortpflanzung durch Conjugation der ganzen Zellinhalte; keine Schwärmzellen.
 2. Ordnung: Conjugaten.
- III. Sexuelle Fortpflanzung durch Conjugation der Schwärmzellen.
 3. Ordnung: Zoosporeen; durch die Conjugation entsteht eine ruhende Spore.
 4. Ordnung: Botrydiaceen; durch die Conjugation entsteht eine neue Pflanze.
- IV. Sexuelle Fortpflanzung (soweit bekannt) durch Befruchtung einer entleerten weiblichen Zelle; hieraus erwächst sofort die neue Pflanze.
 5. Ordnung: Melanophyceen.
- V. Sexuelle Fortpflanzung in weiblichen Organen (meist Oogonien).
 - A. Der Thallus ein Gewebe; aus der Oospore entwickeln sich meist mehrere neue Pflanzen.
 6. Ordnung: Volvaceen; Thallus kugelig, schwärmend.
 7. Ordnung: Oedogonieen; Thallus aus Zellreihen gebildet; Oospore ohne besondere Hülle.
 8. Ordnung: Coelaethaceen; Thallus aus Zellreihen gebildet; Oospore mit besonderer zelliger Hülle.

9. Ordnung: Florideen, rothe Algen; das weibliche Organ, Trichogyne, von besonderer Bildung; durch die Befruchtung entstehen viele Sporen.
10. Ordnung: Characeen; Oospore mit Hülle, die schon vor der Befruchtung vorhanden ist; aus ihr erwächst bei der Keimung nur eine Pflanze.

B. Der Thallus eine schlauchförmige verzweigte Zelle.

11. Ordnung: Siphoneen; aus der Oospore entwickelt sich nur eine Pflanze.

1) Die *Phycchromaceen* oder blaugrünen Algen; die sexuelle Fortpflanzung ist unbekannt; Schwärmzellenbildung findet nicht statt; die Vermehrung geschieht ausschliesslich durch Zelltheilung, bei einigen zeitweise in verschiedenen Richtungen. Mehrere Gattungen sind einzellig, wie z. B. *Gloeocapsa* (Fig. 74), *Chroococcus* u. a.; die einzelnen Individuen

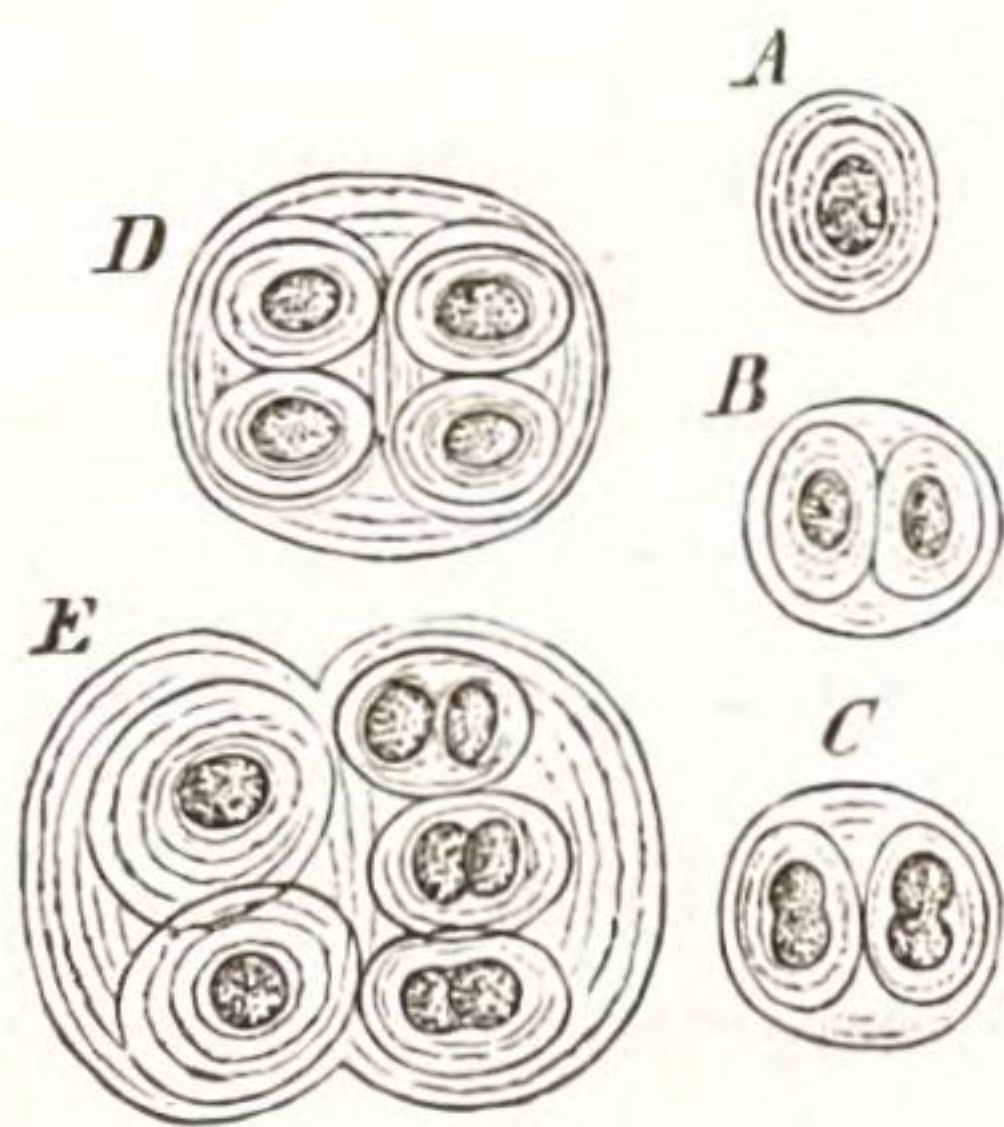


Fig. 74. *Gloeocapsa* (300) in verschiedenen Alterszuständen; durch wiederholte Theilungen wird A zu B, C, D, E (nach Sachs).

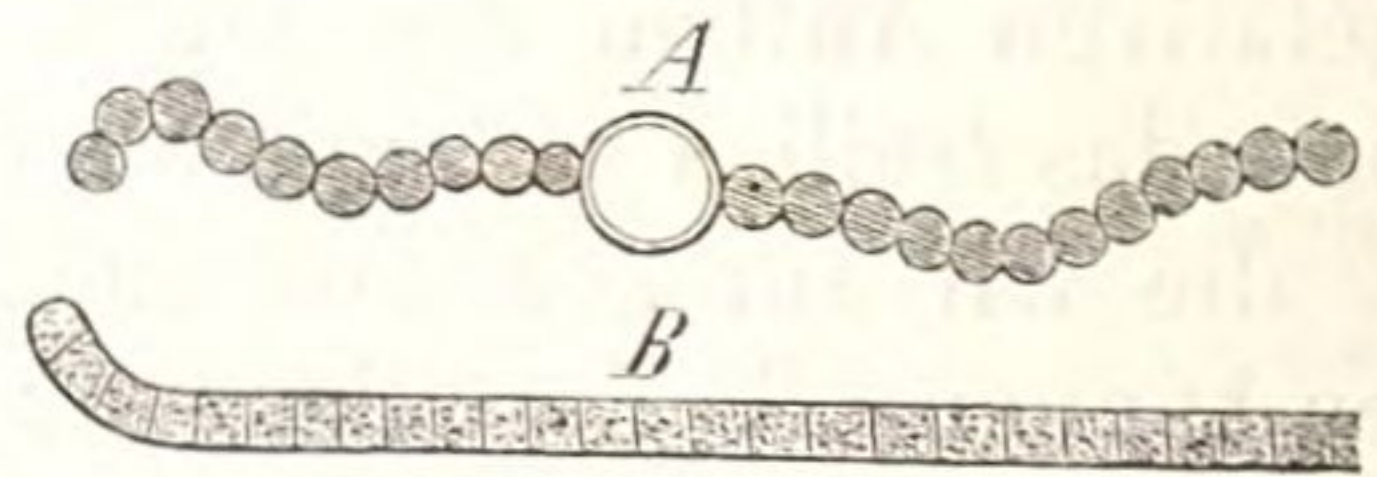


Fig. 75. A Ein Faden von *Nostoc*; B Ende eines Fadens von *Oscillaria* (300).

bleiben bisweilen von den gallertig aufgequollenen Membranen umhüllt, zu Colonien oder Familien vereinigt, welche schwärzliche oder dunkelblaugrüne Ueberzüge an Felsen, auf Moospflanzen bilden. Andere erscheinen als vielzellige Fäden, so *Nostoc* (Fig. 75 A), welcher in gallertigen bräunlich grünen Massen nach Regenwetter sich auf Wegen, sandigen Plätzen oft in grosser Menge bemerkbar macht; in trockenem Zustande bildet er unscheinbare schwärzliche Klumpen. Die *Oscillarien* (Fig. 75 B), deren Fäden eigenthümliche kreisende Bewegungen ausführen, finden sich häufig als schwimmende blaugrüne oder braungrüne Rasen, die einen sehr unangenehmen Geruch verbreiten, in stehenden Gewässern. Die *Rivularien* bilden polsterartige in Gallerte eingehüllte Rasen, in welchen die Fäden radienartig angeordnet sind, auf untergetauchten Steinen und Wasserpflanzen.

2) Die *Conjugaten* sind durch die Conjugation ausgezeichnet, welche zwischen den ganzen Protoplasmakörpern der Zellen zum Zweck der Fortpflanzung stattfindet; Schwärmzellen werden nicht gebildet. Sie zerfallen in drei Familien:

a) die *Zygnemaceen* bilden lange unverzweigte Fäden, welche sich in grossen schwimmenden Rasen in vielen Gewässern, besonders Bassins,

Quellen, vorfinden und durch die schön grüne oder gelbliche Färbung, sowie die Zartheit der Fäden schon äusserlich zu erkennen geben. Die Chlorophyllkörper haben eigenthümliche Formen von Spiralbändern (*Spirogyra* Fig. 40), Sternen (*Zygnema* Fig. 76 A), Platten (*Mougeotia*).

b) Die Desmidiaceen enthalten einzellige, oft äusserst zierliche Formen, wie *Closterium* (Fig. 76 B), *Cosmarium*, *Staurostrum*, *Euastrum* (Fig. 76 C) u. a.

c) Die Diatomeen, deren Chlorophyllkörper ledergelb erscheint. Die

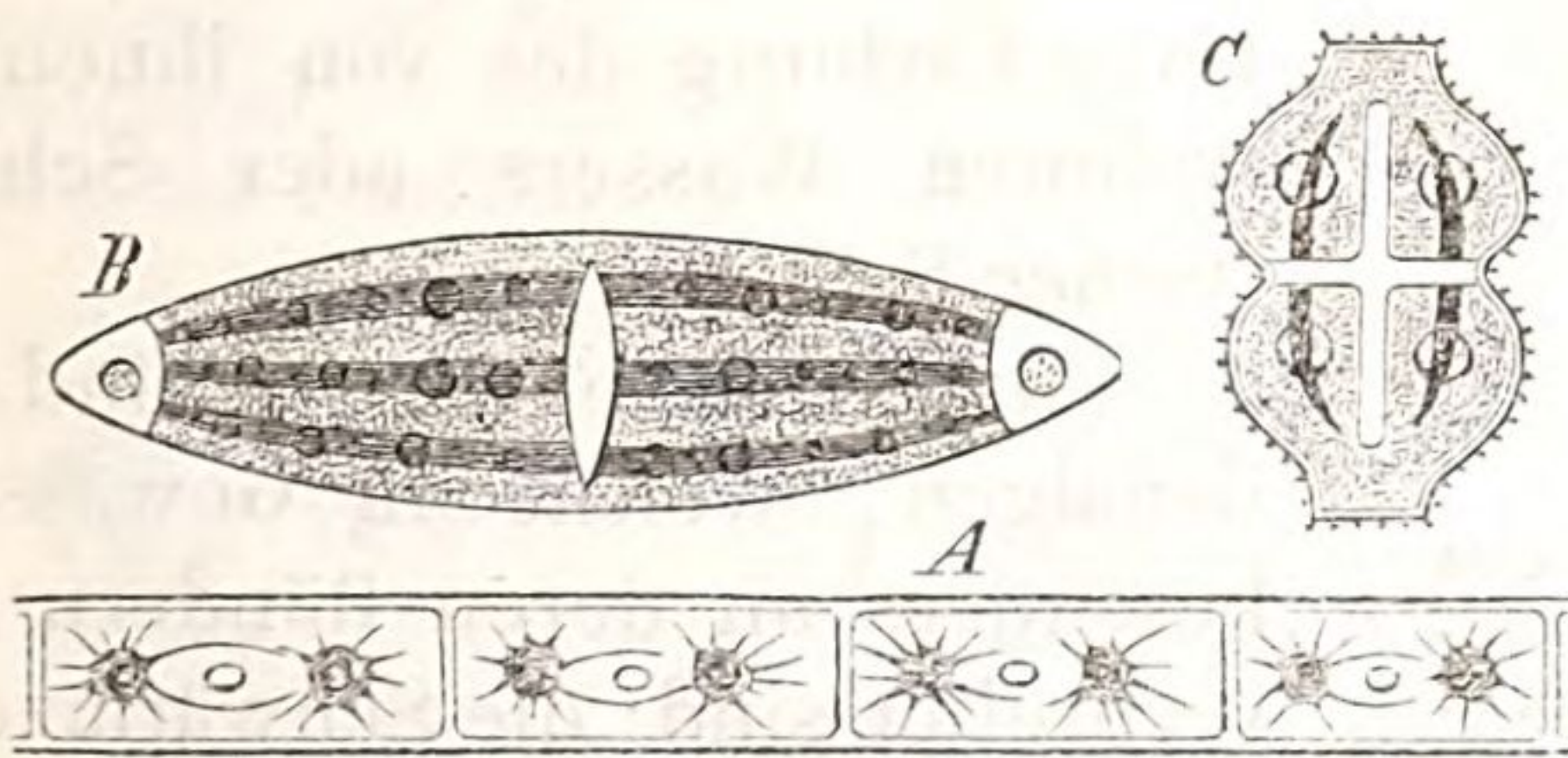


Fig. 76. A Stück eines Fadens von *Zygnema*; in jeder Zelle zwei sternförmige Chlorophyllkörper, verbunden durch eine farblose Protoplasma-Brücke, in welcher der Zellkern liegt. B *Closterium*, C *Euastrum*, zwei Desmidiaceen mit Chlorophyllplatten (300).

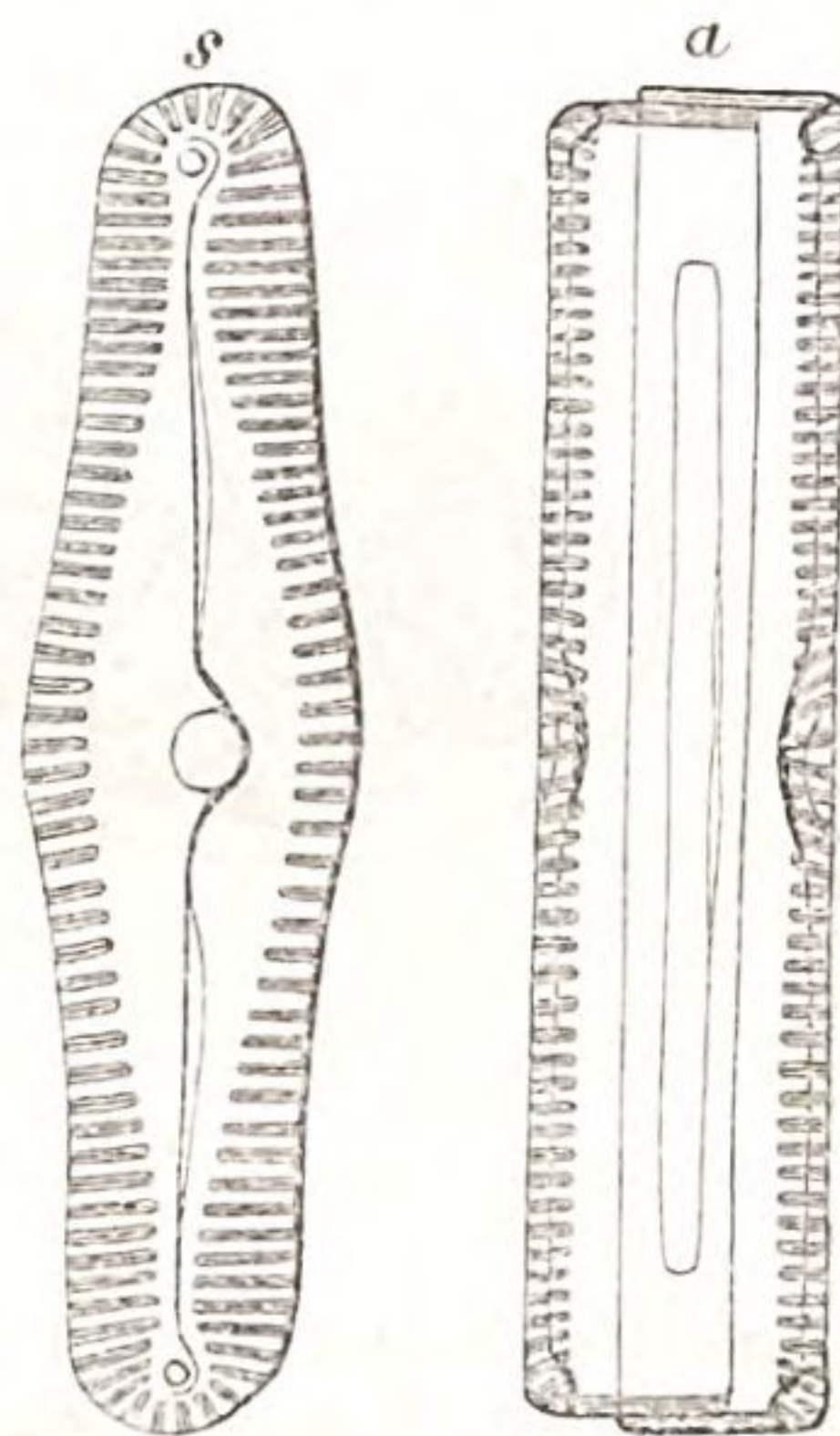


Fig. 77. *Pinnularia*, eine Diatomee (vergr. und schematisirt), a von der Gürtelseite; die beiden übereinandergreifenden Schalen sind sichtbar; s von der Schalenseite, d. h. von der Fläche der einen Schale.

Individuen sind einzellig; die Membranen sind sehr stark mit Kieselsäure incrustirt und besitzen äusserst feine und zierliche Verdickungen. Die Membran jeder Zelle besteht aus zwei Schalen, welche wie der Deckel einer Schachtel übereinandergreifen (Fig. 77 a). Die Theilung erfolgt der Länge nach zwischen den beiden Schalen und die neu hinzuwachsenden Schalen der Tochterzellen werden am Rande von den Schalen der Mutterzelle umfasst; es werden daher die Individuen bei fortgesetzter Theilung immer kleiner. Sind so Individuen einer bestimmten Kleinheit entstanden, so tritt die Auxosporenbildung ein, nämlich Bildung sehr grosser Zellen, bald durch blosses Wachsthum, bald durch Copulation und Wachsthum. — Bei einigen Gattungen, wie z. B. *Navicula*, *Pinnularia* (Fig. 77) leben die Individuen einzeln; dieselben sind mit einer eigenthümlichen, gleichsam kriechenden Ortsbewegung begabt. Bei anderen, z. B. *Melosira* sind sie zu langen Fäden aneinandergereiht. Sie finden sich sehr häufig und zahlreich in allen Gewässern, sowohl in süssen, als im Meere, bisweilen auch in feuchter Erde zwischen Moosen. Die verkieselten Zellmembranen sind auch aus früheren Erdperioden erhalten geblieben und finden sich, Kieselguhr oder Infusorienerde genannt, stellenweise in grossen Massen.

3) Die Zoosporeen pflanzen sich durch Schwärmzellen fort, welche, wie das wenigstens für eine Anzahl von Formen bekannt ist, sich conjugiren und so zu ruhenden Sporen werden.

Einige Familien, z. B. die *Hydrodictyeen* enthalten einzellige Formen, welche häufig in Colonien (Fig. 78 A) leben. Meist ist die ganze Colonie

durch die Cilien der einzelnen Zellen beweglich. Ruhezustände, welche bisweilen mit diesem schwärmenden Zustande abwechseln, wurden früher

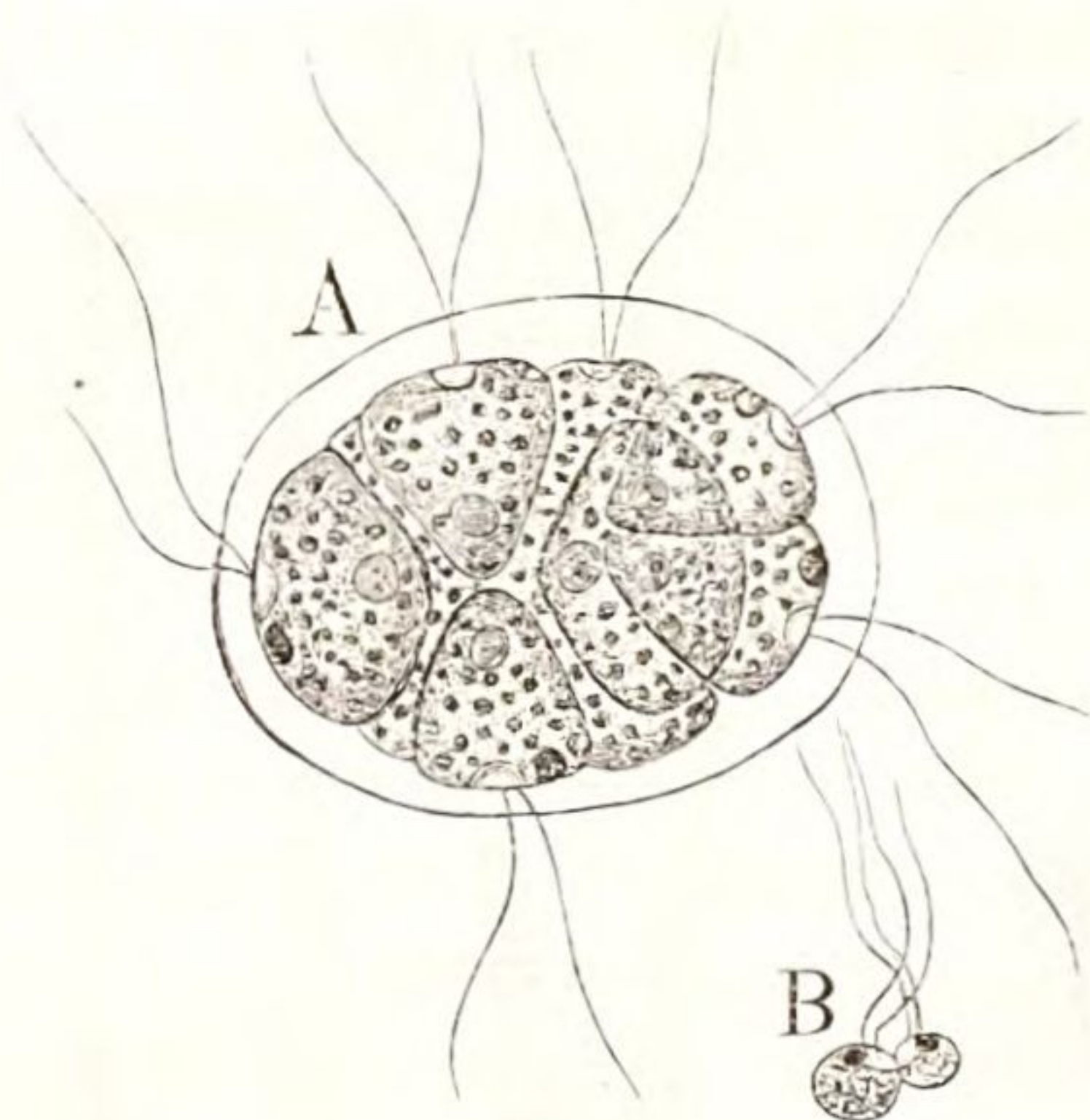


Fig. 78. *Pandorina Morum* (400 mal vergr.). A eine schwärmende Colonie. B zwei Schwärmzellen, entstanden durch Theilung der einzelnen Zellen in A, in Conjugation begriffen.

für besondere Pflanzen gehalten, so viele *Palmellen*, *Pleurococcus vulgaris*, welcher sich regelmässig in den grünen Ueberzügen am Fuss der Bäume u. dgl. vorfindet. *Haematococcus* lebt in Pfützen; die ruhenden Zellen sind purpurroth gefärbt und bewirken, wo sie massenhaft vorkommen eine rothe Färbung des von ihnen bewohnten Wassers oder Schnees (rother Schnee).

Die *Conferveen* sind Fadenalgen, welche in Gewässern, besonders an deren Rändern sehr verbreitet sind; die Schwärmzellen werden in den einzelnen Zellen in

grosser Zahl oder nur je eine gebildet. *Cladophora* hat vielfach verzweigte, rauh anzufühlende Fäden; bei *Ulothrix*, deren Fäden einfach sind, dienen grössere Schwärmzellen zur vegetativen Vermehrung, während kleinere Conjugation eingehen können; ähnliche Verschiedenheiten der Schwärmzellen finden sich auch bei anderen. *Chroolepus* von orangerother Färbung wächst an feuchten Felsen u. dgl. in sammetartigen Rasen.

Bei den *Ulvaceen* sind die polyedrischen Zellen zu Flächen vereinigt, bei *Ulva Lactuca*, die im Meere vorkommt, zu einer grossen einfachen oder verzweigten Fläche, bei *Enteromorpha* zur Wandung eines hohlen Schlauches.

4) Von den *Botrydiaceen* kommt im süssen Wasser nur *Botrydium* vor, ein kleines einzelliges Pflänzchen, von Gestalt einer rundlichen grünen Blase mit wurzelähnlichen Fortsätzen, die im Schlamm der Gewässer stecken; ausser verschiedenen Vermehrungsarten bilden sich in der Blase sog. Sporen, aus deren jeder eine grössere Anzahl conjugirender Schwärmzellen hervorgeht.

5) Die *Melanophyceen* oder braunen Algen bewohnen die Meere in zahlreichen Formen. Der Thallus besteht bald nur aus Zellreihen, bald aus umfangreichen Gewebekörpern, die sich oft anscheinend dichotomisch verzweigen und riesige Dimensionen erreichen können; die Zellwände sind häufig von gallertiger Beschaffenheit. Einige besitzen mit Luft erfüllte Höhlungen (Fig. 79 b), durch die sie schwimmend erhalten werden. Bei den niedrigen Formen kennt man zweierlei Schwärmzellen; bei den höheren (*Fucus*, Fig. 79) entstehen auf bestimmten Aesten (Fig. 79 f) in Antheridien die Spermatozoiden, in Oogonien die Eizellen, welche nach aussen

entleert und dort befruchtet werden, worauf sie sofort zu einer neuen Pflanze auswachsen.

Fucus vesiculosus, *serratus*, *Cystosira corniculata*, *Ectocarpus litoralis*, *Macrocystis*, *Laminaria* (*L. digitata* und *Cloustoni* officinell), *Sphacelaria* sind Repräsentanten der wichtigsten Familien.

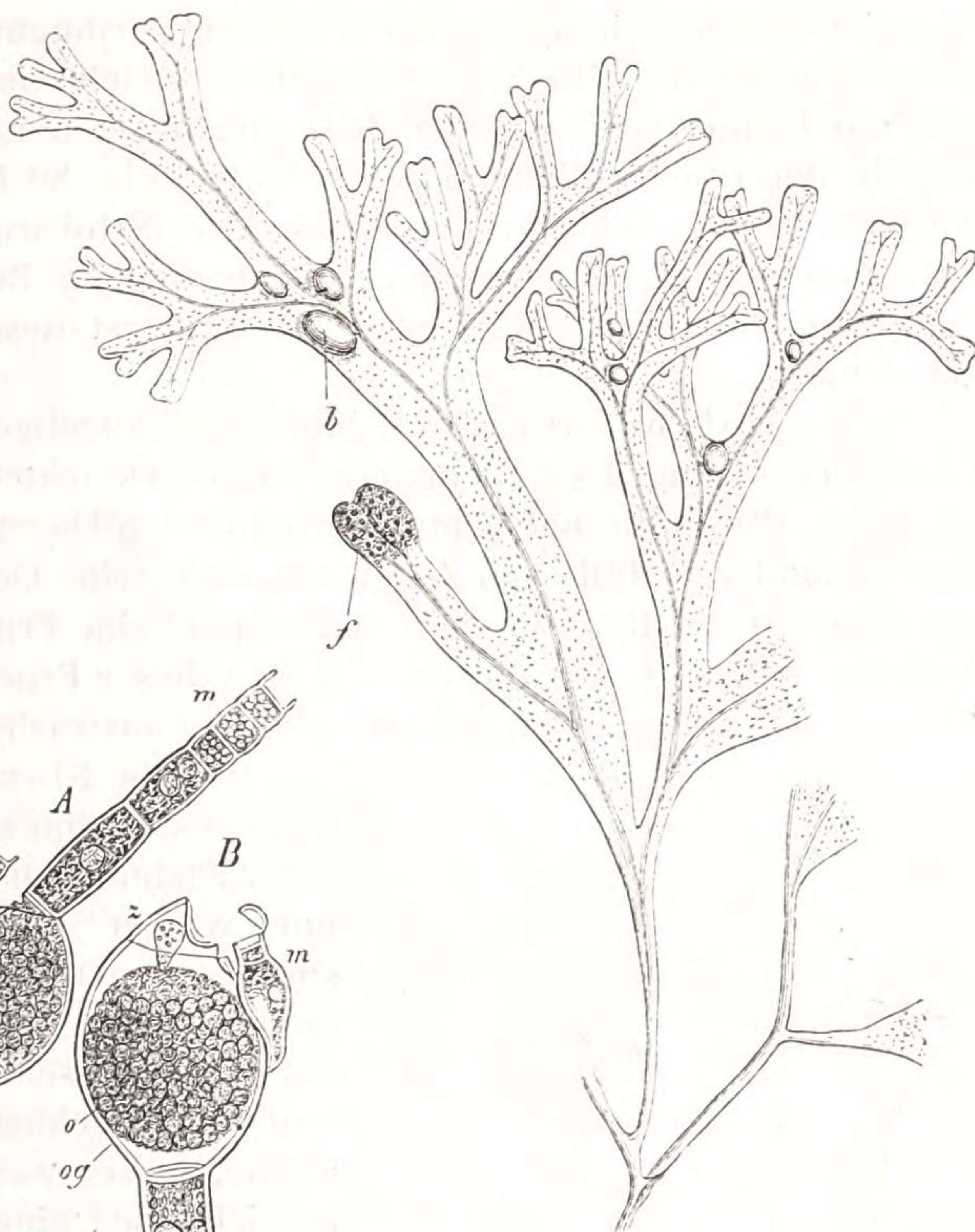


Fig. 79. *Fucus vesiculosus*, etwa $\frac{1}{2}$ nat. Gr.
b Luftblasen, f fruchtbarer Ast.

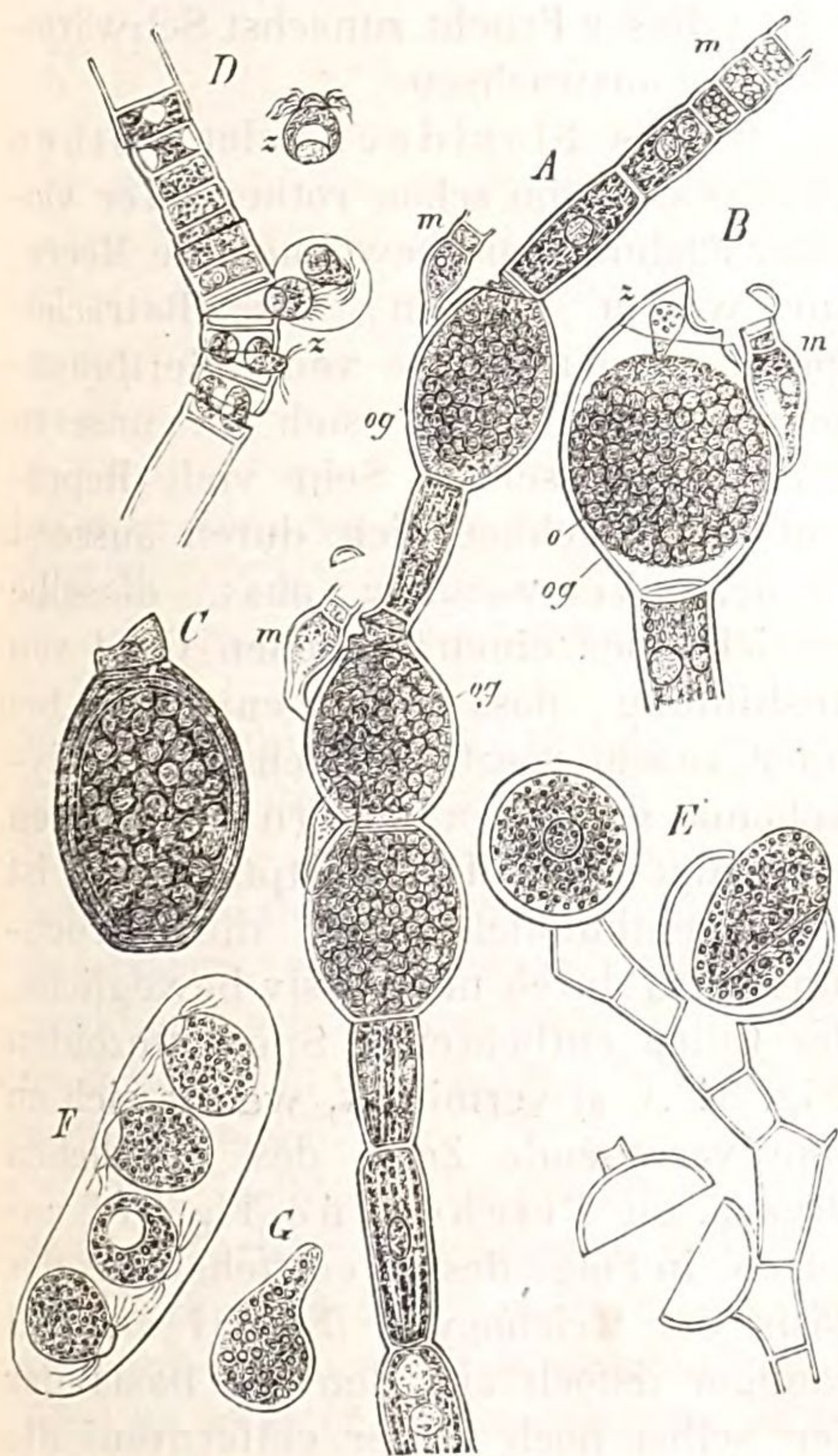


Fig. 80. A *Oedogonium ciliatum* (250); og befruchtete Oogonien; m die Zwergmännchen, welche ihre Spermatozoiden schon entlassen haben; sie sind erwachsen aus Schwärmzellen, die in den Zellen m am oberen Ende der Figur gebildet werden; B ein Oogonium derselben Pflanze im Augenblicke der Befruchtung; og Oogonium, o Eizelle, m Zwergmännchen, s Spermatozoid. C reife Oospore derselben Pflanze. D Oedogonium gemelliparum; die Spermatozoiden s treten aus ihren Mutterzellen aus. E Stück aus einer Pflanze von *Bulbochaete*, F die durch Theilung der Oospore von *Bulbochaete* entstandenen vier Schwärmzellen, deren jede zu einer neuen Pflanze auswächst (G) (nach Sachs).

6) Die Volvocineen repräsentirt durch die Gattung *Volvox* schliessen sich im Bau vollständig an die in Colonien lebenden Zoosporeen an; die Colonie hat hier die Gestalt einer hohlen Kugel; die Befruchtung findet jedoch nicht durch Conjugation der Schwärmzellen statt, sondern die weibliche Zelle bleibt unbeweglich in der Colonie.

7) Die Oedogonien finden sich als grüne Rasen in Brunnen und anderen Gewässern; diese Rasen werden von fadenförmigen Zellreihen gebildet, deren einzelne Zellen bald Schwärmzellen bilden, bald zu

Oogonien werden, indem ihr Inhalt durch Verjüngung sich zur Eizelle gestaltet (Fig. 80 B). Die Spermatozoiden, welche den Schwärmzellen ähnlich, nur kleiner sind, werden bei einigen Arten nach wiederholter Theilung in den Gliederzellen selbst gebildet (Fig. 80 D); bei anderen aber erzeugen solche Gliederzellen besondere Schwärmzellen, welche dem Oogonium aussen sich ansetzen, ein aus wenigen Zellen bestehendes sog. Zwergmännchen bilden (Fig. 80 A, m); und erst dieses entlässt die Spermatozoiden.

8) Die *Coleochaetaceen* bilden halbkugelige oder scheibenförmige Polster von schöngrüner Färbung auf untergetauchten Steinen und Wasserpflanzen. Durch die Befruchtung wird in den Oogonien, welche sich mit einer besonderen Hülle von Zellen umgeben, eine Oospore erzeugt, welche sich aber vor der Reife in einen Zellkörper, eine Frucht umbildet; bei der Keimung entlassen die einzelnen Zellen dieser Frucht zunächst Schwärmzellen, welche erst zur eigentlichen Pflanze auswachsen.

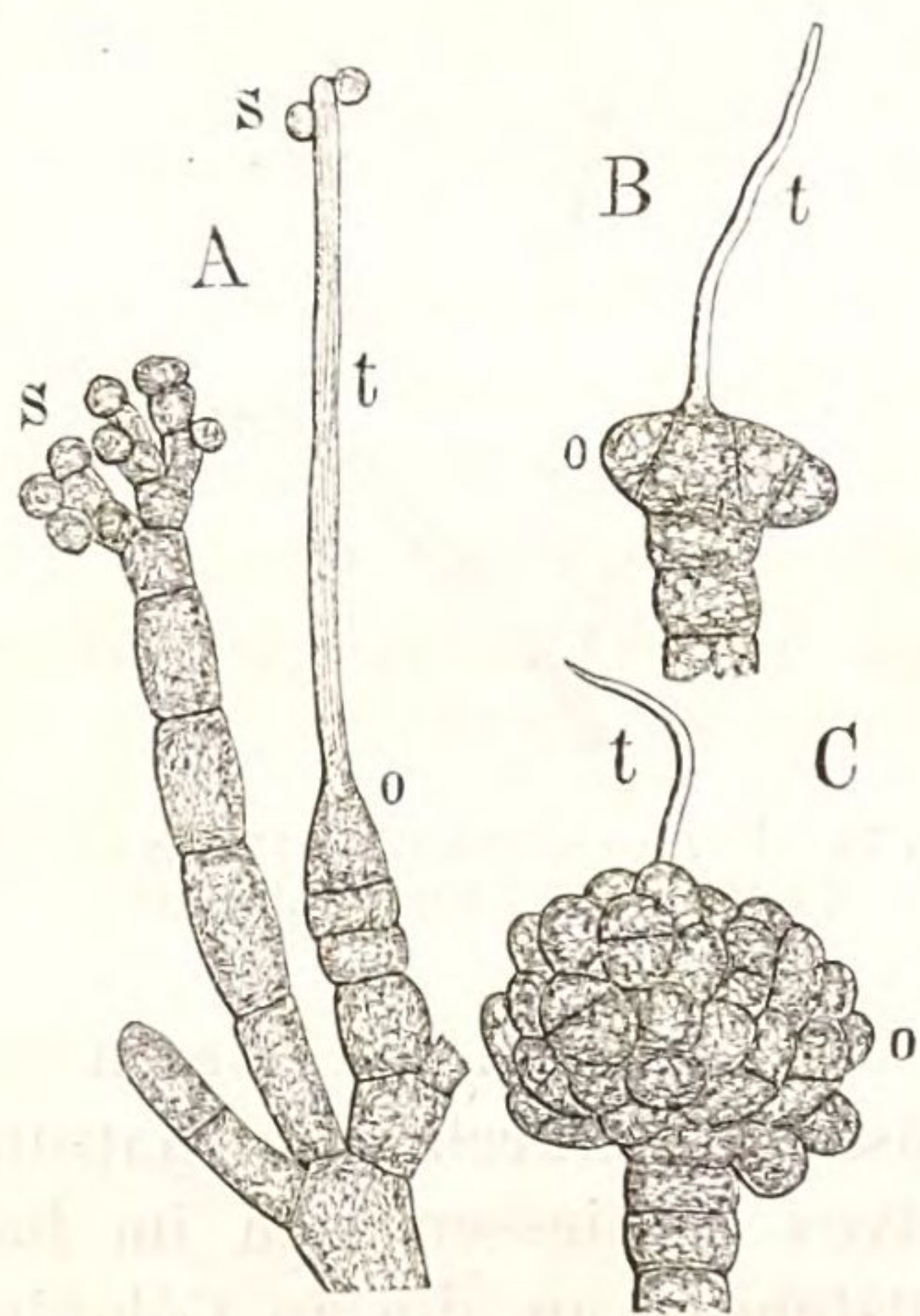


Fig. 81. Fortpflanzung von Nematolion. A Ende eines Astes mit männlichem und weiblichem Organ; ersteres erzeugt die Spermatozoiden s, letzteres besteht aus der Trichogyne t, an welcher sich die Spermatozoiden (s) zur Befruchtung ansetzen, und deren Basis o, aus welcher sich (B, C) durch Theilung und Auswachsen die Sporenfrucht entwickelt (300).

Trichogyne umgebenden Zellen (oder selbst noch weiter entfernten) die Cystocarpien, nemlich Sporenhaufen (Fig. 81 C, o) oder Behälter, in denen die Sporen gebildet werden. Die ungeschlechtlichen Vermehrungsorgane, die Tetrasporen besitzen ebenfalls keine Cilien und werden nur passiv vom Wasser fortbewegt.

Callithamnion corymbosum, *Ceramium rubrum*, *Chondrus crispus* (officinell als Carrageen), *Plocamium coccineum*, *Delesseria Hypoglossum*, *Corallina rubens* sind einige häufige Repräsentanten in den europäischen Meeren.

9) Die Florideen oder rothen Algen sind von schön rother oder violetter Färbung und bewohnen die Meere; nur wenige Formen, wie *Batrachospermum moniliforme* von violettbräunlicher Farbe, finden sich in unseren süßen Gewässern. Sehr viele Repräsentanten zeichnen sich durch äusserst zierliche Verzweigung aus; dieselbe erreicht hier einen so hohen Grad von Ausbildung, dass man wenigstens bei einer Anzahl von Gattungen (z. B. *Polysiphonia*) schon von Blättern zu sprechen berechtigt ist. Die Fortpflanzung ist von eigenthümlicher Art: die Befruchtung wird durch nur passiv bewegliche, der Cilien entbehrende Spermatozoiden (Fig. 81 A, s) vermittelt, welche sich an eine vorragende Zelle des weiblichen Organs, die Trichogyne (Fig. 81 t) ansetzen, in Folge dessen entstehen aus der Basis der Trichogyne (Fig. 81 o), viel häufiger jedoch aus den die Basis der

40) Die Characeen sind unter den grünen Algen die einzigen, welche, gleich den Florideen, zur Bildung von Blättern vorgeschritten sind. Bei der Gattung *Nitella* (Fig. 82 A), die in kalkarmen Gewässern vorkommt, bestehen die Internodien des Stengels (Fig. 82 A, s) aus je einer langen

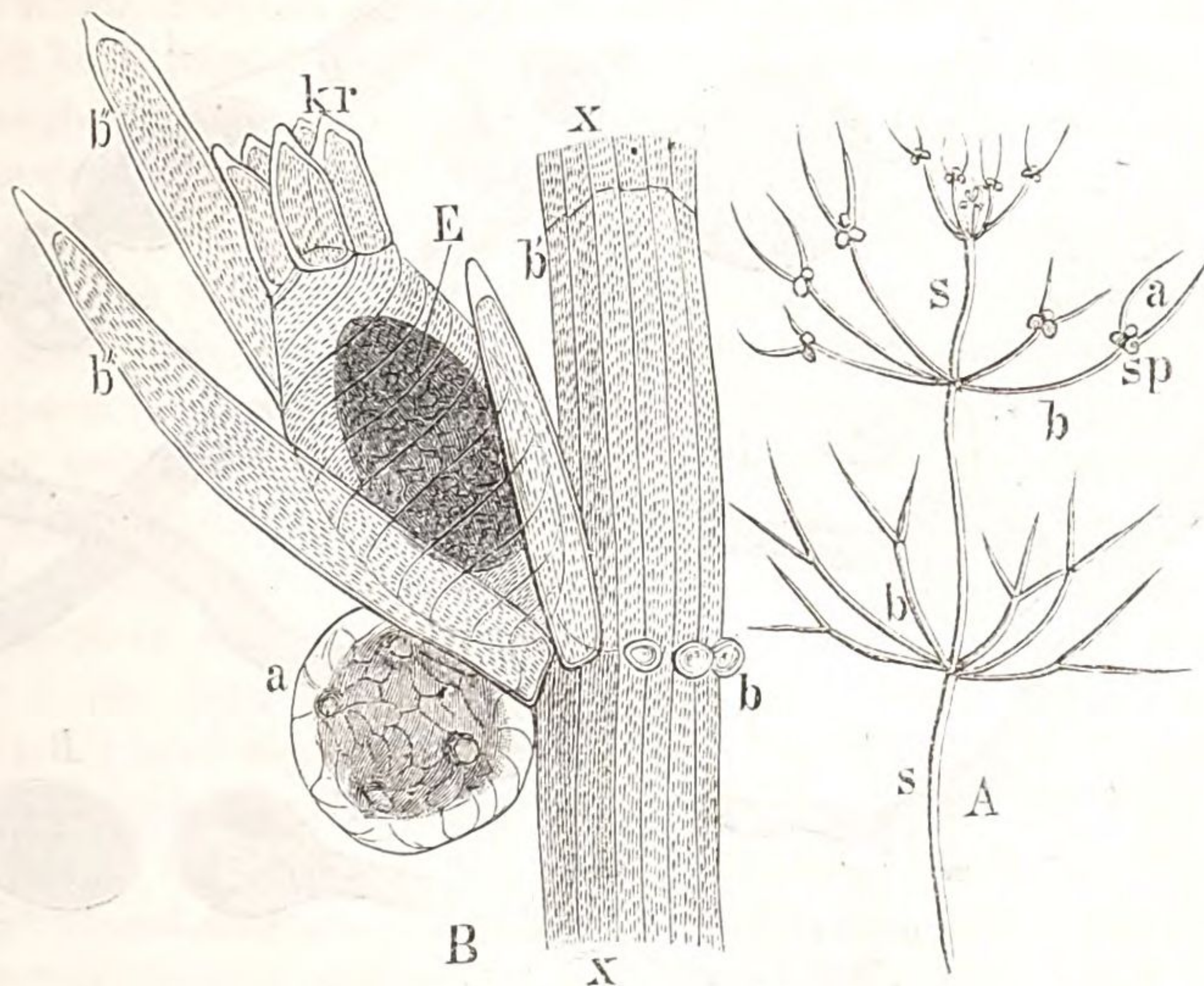


Fig. 82. A Oberer Theil eines Zweiges von *Nitella flexilis* (nat. Gr.), ss der Stengel, b die Blätter mit weiblichen (sp) und männlichen (a) Organen. B Stück eines fruchtbaren Blattes (xx) von *Chara fragilis* (50mal vergr.) mit Blättchen (b, b'), einem weiblichen Organ, das die Eizelle E enthält, dessen gedrehte Wandungszellen in das Krönchen kr endigen; und einem Antheridium a (nach Sachs).

schlauchförmigen Zelle, welche einen dichten Wandbeleg von Chlorophyllkörnern besitzt; die Blätter (Fig. 82 A, b) bilden an den Knoten Quirle und bestehen aus je einer bisweilen verzweigten Reihe ähnlich gestalteter langer Zellen. Bei der anderen Gattung *Chara*, deren zahlreiche Arten in vielen Gewässern vorkommen und sich durch einen unangenehmen Geruch bemerkbar machen, sind Stengel und Blätter noch von kleineren Rindenzellen bedeckt. — In allen langen Zellen ist eine lebhafte Rotation des Protoplasma wahrzunehmen.

Das weibliche Organ ist ein eiförmiger Körper (Fig. 82 B), dessen äussere Partie von schraubig gedrehten Zellen gebildet wird, welche die Eizelle (Fig. 82 B, E) umschliessen. Diese wird durch die Befruchtung zur Oospore, welche stets in der Hülle eingeschlossen bleibt. Die Antheridien (Fig. 82 a) machen sich als rothe Kügelchen bemerklich; innerhalb dieser werden in reihenweise angeordneten Zellen die schraubig gewundenen Spermatozoiden erzeugt.

41) Die Siphonoeen sind einzellig, aber die Zellen sind grosse verzweigte Schläuche. Die Arten von *Vaucheria* (Fig. 83) finden sich bei uns sehr häufig an Quellen, in Brunnen, auf feuchter Erde als kräftige, sattgrüne Rasen. Schwärmzellen werden in eigenen an der Spitze der Schläuche sich abgrenzenden Zellen gebildet (Fig. 83 A, sp); die sexuelle

Fortpflanzung wird vermittelt durch Antheridien; nemlich meist hakenförmig gekrümmte seitlich hervorwachsende Zellen (Fig. 83 *F, h*), welche in sich die Spermatozoiden bilden und entlassen, und Oogonien, dicht neben

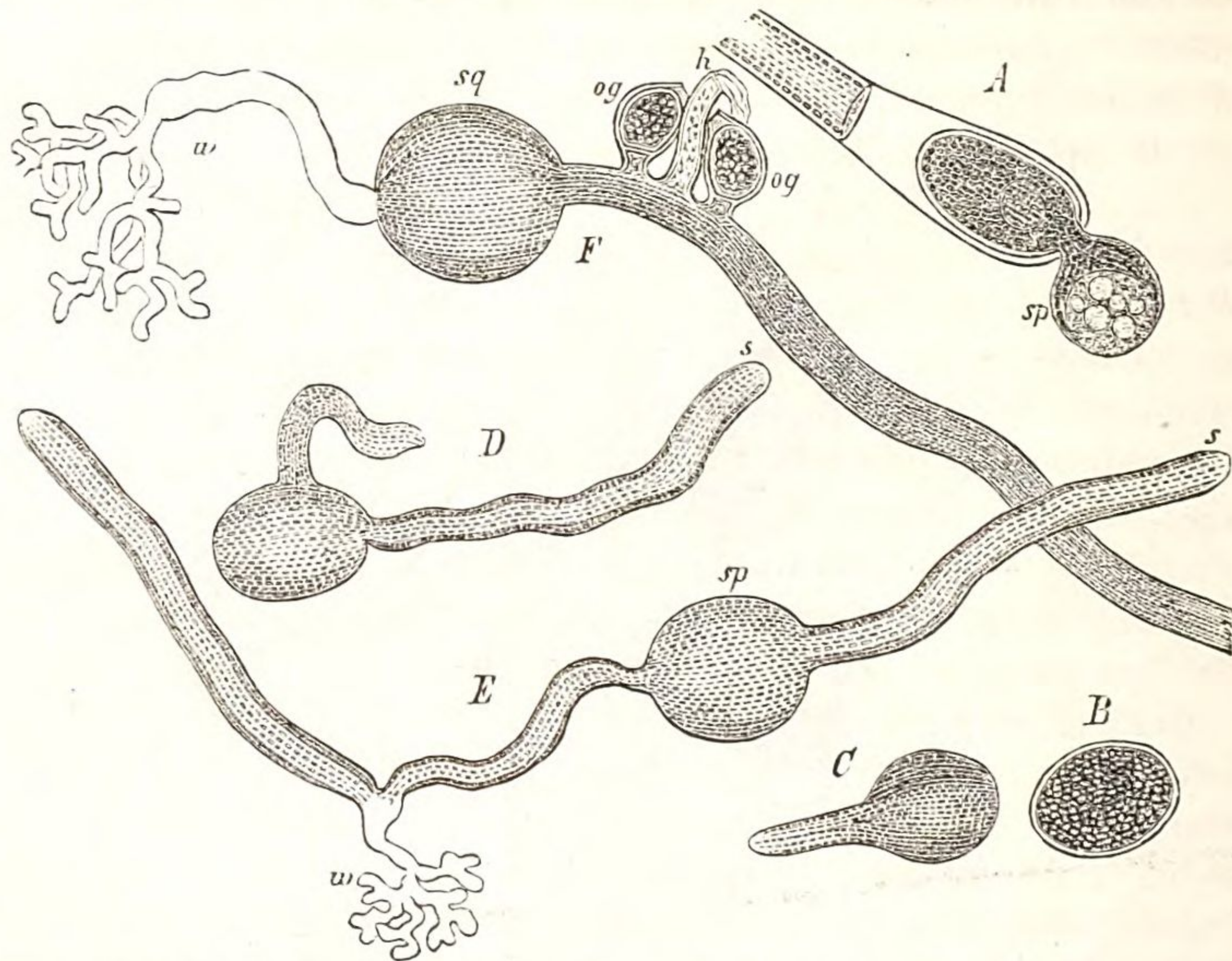


Fig. 83. *Vaucheria sessilis* (30). *A* eine austretende Schwärmzelle (*sp*); *B* eine zur Ruhe gekommene Schwärmzelle; *C* Beginn, *D* und *E* weitere Stadien der Keimung; *sp* die Spore, *s* der Scheitel des grünen Schlauches, *w* dessen wurzelartiger farbloser Theil; *F* Schlauch mit Sexualorganen, *og* Oogonium, *h* Antheridium, kurz nach der Befruchtung (nach *Sachs*).

ersteren stehende kugelige Zellen, in denen durch Verjüngung die Eizelle entsteht (Fig. 83 *F, og*); diese umgibt sich in Folge der Befruchtung mit einer eigenen Membran und heisst dann Oospore. Ob die im Meere lebenden grösseren Formen, wie z. B. *Caulerpa*, deren einzige, vielfach verzweigte Zelle mehrere Zoll bis Fuss lang wird, wirklich hierher gehören, ist bei der mangelhaften Kenntniss ihrer Fortpflanzung nicht völlig sicher. — Die Ordnung der Siphoneen scheint näher mit den zu den Pilzen gehörigen Saprolegnieen verwandt zu sein, als mit den übrigen Algen.

Classe II.

Die Pilze (Fungi).

Diese Classe enthält, wie die vorige, sowohl sehr einfach gebaute Organismen, als auch solche von höherer Ausbildung, welche aber alle durch den Mangel des Chlorophylls und die hiedurch bedingte Lebensweise ausgezeichnet sind. Sie sind sämtlich darauf angewiesen, ihre Nahrung, speciell den Kohlenstoff, in Form von organischen Verbindungen aufzu-

nehmen (s. S. 65); die einen, die Schmarotzer oder Parasiten, entziehen dieselbe lebenden Organismen, Pflanzen oder Thieren, so z. B. die Rost- und Brandpilze; andere aber, Fäulnissbewohner oder Saprophyten genannt, leben von den todtten Resten anderer Organismen und von den daraus isolirten organischen Verbindungen; solche todtte Reste und organische Verbindungen sind enthalten z. B. in den trockenen Baumrinden, dem Humusboden der Wälder, Wiesen, welche zahlreiche, oft sehr stattliche Pilze ernähren, sowie in Fruchtsäften, zuckerhaltigen Flüssigkeiten, welche von Schimmelpilzen und Gährungspilzen bewohnt werden.

Gewöhnlich sind bei den Pilzen die Zellen zu langen Fäden (Hyphen genannt) aneinandergereiht, welche theils locker, ordnungslos durcheinanderwachsen (z. B. bei den gewöhnlichen Schimmelpilzen), theils aber auch fester mit einander verbunden umfangreiche Körper von bestimmter äusserer Form und innerer Ordnung der einzelnen Fäden bilden (so die grossen Hutpilze); nur wenige Pilze bestehen aus einzelnen kleinen Zellen, oder andererseits aus langen reich verzweigten schlauchförmigen Zellen, ähnlich wie die Siphoneen unter den Algen. Der Vegetationskörper der Pilze, welcher sich aus der Spore entwickelt, wird Mycelium genannt. An diesem Mycelium entstehen an gewissen Stellen die Fortpflanzungsorgane. Unter ungünstigen Verhältnissen kann das Mycelium lange Zeit fortvegetiren und üppige Ausdehnung gewinnen, ohne Fortpflanzungsorgane hervorzubringen; solche unfruchtbare Mycelien sind z. B. die weissen filzigen Ueberzüge in feuchten Kellern u. s. w. Die Fortpflanzungszellen müssen wir hier, ohne Rücksicht auf den Generationswechsel, nach dem heutigen Stand der Kenntnisse fast alle als Sporen bezeichnen. Dieselben werden auf zweierlei verschiedene Weise gebildet: entweder im Innern ihrer Mutterzellen durch Zerfallen des Protoplasmas d. h. durch Vieltheilung oder freie Zellbildung (sehr selten Vieltheilung oder Verjüngung), oder aber durch Abschnürung an der Spitze ihrer Träger, einen Zelltheilungsvorgang, der von der gewöhnlichen Fächerung nur durch die starke Einschnürung an der Trennungsfläche verschieden ist; die abschnürenden Zellen werden Basidien genannt und endigen gewöhnlich in ein die Spore tragendes schmales Spitzchen, das Sterigma. Bei einigen Pilzen sind die nach dem erstgenannten Modus entstandenen Sporen nackte Protoplasmakörper, die sich im Wasser activ bewegen; sie werden als Schwärmsporen bezeichnet. Sexuelle Fortpflanzung fehlt den niedrigsten Pilzen und wahrscheinlich auch einigen höher entwickelten; sie kommt indess sicher vor in Form von Conjugation bei den Zygomyceten, wo die Spitzen von Myceliumästen sich vereinigen, ferner in Form einer der Conjugation sehr ähnlichen Befruchtung bei anderen Phycomyceten, sowie bei vielen Ascomyceten. Andere Ascomyceten dagegen (und vielleicht die Uredineen) haben weibliche Organe, welche in ihrer Form an die Trichogyne der Florideen erinnern und deren Befruchtung ausgeübt wird durch passiv bewegliche kleine Zellen, die Spermation. Die letzteren entstehen durch Abschnürung in bestimmten Behältern, den Spermogonien.

Die Kenntniss des Generationswechsels bei den Pilzen ist noch sehr

mangelhaft und es weichen die Ansichten darüber sehr auseinander. Soviel steht indess heutzutage fest, dass die früher behauptete Mannigfaltigkeit der Fortpflanzungsorgane an einer und derselben Pilzspecies, der sogenannte Pleomorphismus sich nicht bestätigt hat, wenn auch in der That manche Pilze verschiedene Fortpflanzungsorgane hervorbringen.

Zur Erläuterung folgender Uebersicht mögen nur einige Andeutungen dienen: Wenn wir von den Schizomyceten absehen, welche unbestritten nur chlorophyllfreie Verwandte der Phycochromaceen sind, und gleich diesen sich nur durch Zelltheilung vermehren, finden wir zunächst bei den Phycomyceten eine doppelte Fortpflanzung, eine ungeschlechtliche durch Sporen, welche in einer als Sporangium bezeichneten Mutterzelle entstehen, und eine geschlechtliche durch Copulation zweier Myceläste oder einen dieser Copulation ähnlichen Befruchtungsvorgang. Das Resultat der Befruchtung ist eine ruhende Spore, welche bei der Keimung entweder wieder zu einer sporangiumtragenden Pflanze oder nur zu einem Sporangium wird. Man kann hierauf das Schema des Generationswechsels vieler Algen und der Moose kaum anwenden. In näher Beziehung zu diesen Phycomyceten dürften die Ascomyceten stehen, bei denen der Befruchtungsact vielfach dem bei ersteren ähnlich ist, das Resultat der Befruchtung aber nicht ein aus der ruhenden Spore entstehendes Sporangium, sondern sofort eine Anzahl von Sporangien ist, Schläuche genannt. Diese Schläuche, welche wir als die zweite Generation bezeichnen können, werden umhüllt von Geweben der ersten Generation, des Myceliums und stellen mit diesen zusammen den Fruchtkörper vor. Ausser den Sexualorganen trägt das Mycelium hier noch verschiedene vegetative Vermehrungsorgane. — Die grössten Schwierigkeiten bieten diejenigen Pilze, deren Sporen durch Abschnürung entstehen; bei den Uredineen ist vielleicht die Aecidienfrucht die sexuell erzeugte (unbehüllte) zweite Generation, die übrigen Sporen vegetative Propagationsorgane; bei den Basidiomyceten hat man vergeblich nach Sexualorganen gesucht und es scheinen demnach deren grosse sporenbildende Fruchtkörper ungeschlechtliche Fortpflanzungsorgane zu sein.

Was schliesslich die Verwandtschaftsverhältnisse zwischen den Pilzen und Algen betrifft, so finden wir, wie schon erwähnt, eine wirkliche Verwandtschaft zwischen den Phycochromaceen und Schizomyceten, die sogar durch Uebergangsformen verbunden werden. Andererseits erkennen wir Beziehungen zwischen den niedrigsten Zoosporeen und den Chytridiaceen, sind aber zu der Annahme geneigt, dass schon in dem ersten Auftreten der Sexualität die beiden Classen divergiren: bei den Algen conjugiren die Schwärmzellen und von diesem Vorgang lassen sich, wie oben angedeutet, die übrigen Befruchtungsvorgänge aller höheren Algen ableiten; bei den niederen Phycomyceten dagegen conjugiren die Mutterzellen der Schwärmsporen und die von hier ausgehende Entwicklung wurde oben angedeutet; vielleicht bilden die Entomophthoreen ein Bindeglied mit den sporenabschnürenden Pilzen, indem ihre Sporen einerseits mit den Sporangien der Peronosporaceen, andererseits mit den abgeschnürten Sporen der Uredineen und Basidiomyceten verglichen werden können.

Wir versuchen, nach dem gegenwärtigen Stand der Kenntnisse, die einzelnen Ordnungen der Pilze folgendermassen zu gruppiren:

I. Sexuelle Fortpflanzung unbekannt; Vermehrung nur durch Zelltheilung.

1. Ordnung: Schizomyceten.

II. Phycomyceten. Das Mycelium (wenn überhaupt vorhanden) von einer einzigen schlauchförmigen verzweigten Zelle gebildet; im Inneren von Sporangien bilden sich ungeschlechtliche Sporen; ausserdem kommt sexuelle Fortpflanzung durch Conjugation oder echte Befruchtung vor, deren Resultat eine ruhende Spore ist.

2. Ordnung: Chytridiaceen; Mycelium fehlt meist; Schwärmsporen; Conjugation nur einmal beobachtet.

3. Ordnung: Zygomyceten; Mycelium schlauchförmig; Sporen unbeweglich (bisweilen das Sporangium als scheinbare »Spore« abgeworfen); Conjugation.

4. Ordnung: Saprolegnieen; Mycelium schlauchförmig; Schwärmsporen; Befruchtung.

5. Ordnung: Peronosporen; Mycelium schlauchförmig; Schwärmsporen in dem als scheinbare »Spore« abgeworfenen Sporangium gebildet; Befruchtung.

Anhang: 6. Saccharomyceten.

7. Entomophthoreen.

8. Myxomyceten.

III. Das Mycelium besteht aus echten Hyphen und trägt ausser verschiedenen vegetativen Vermehrungsorganen die (für viele Repräsentanten sicher nachgewiesenen) Sexualorgane; durch die Befruchtung entsteht ein Fruchtkörper mit Schläuchen, in denen sich die Sporen bilden.

9. Ordnung: Ascomyceten.

IV. Das Mycelium besteht aus echten Hyphen; die Sporen bilden sich niemals im Innern ihrer Mutterzellen, sondern stets durch Abschnürung oder gewöhnliche Zellfächerung; Sexualorgane nur bei den Uredineen vermuthet.

10. Ordnung: Ustilagineen; die Sporen nur einerlei Art, bilden sich durch Fächerung des Myceliums.

11. Ordnung: Uredineen; die Sporen meist verschiedener Art entstehen durch Abschnürung oder Fächerung, nur an einer Stelle jeder Basidie, theils in kleinen (vielleicht geschlechtlich erzeugten) Fruchtkörpern, theils auf dem Mycelium.

12. Ordnung: Basidiomyceten; die Sporen einerlei Art entstehen durch Abschnürung an mehreren Stellen jeder Basidie, meist in ungeschlechtlichen Fruchtkörpern.

1) Die Schizomyceten sind winzig kleine Gebilde, an denen man kaum mehr als ihre Umrisse erkennen kann, die daher auch leicht mit ganz heterogenen Dingen verwechselt werden können. Die einzelnen Zellen sind theils kugelig (Micrococcus, Fig. 84 a), theils stäbchenförmig (Bacterium, Fig. 84 b), bisweilen zu geraden (Bacillus) oder gewundenen (Spirillum Fig. 84 c) Fäden aneinandergereiht. Bei Bacillus kommen »Sporen« vor, d. h. einzelne Glieder des Fadens verändern sich und zeichnen sich durch längere Lebensdauer und grössere Resistenz gegen schädliche Einwirkungen aus. Einige Formen erzeugen durch ihren Vegetationsprocess Farbstoffe (z. B. die rothe Farbe des sog. »blutenden«

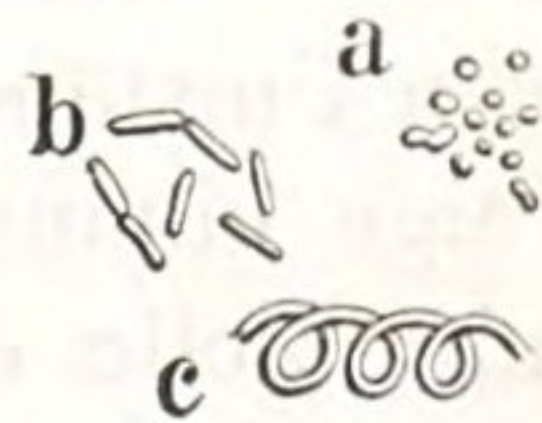


Fig. 84. Schizomyceten (500mal vergr.). a Micrococcus; b Bacterium; c Spirillum.

Brodes), andere spielen eine Rolle bei manchen ansteckenden Krankheiten der Menschen (Diphtherie, Cholera, Typhus) und Thiere (Milzbrand).

2) Die Chytridiaceen sind die niedrigsten Formen unter den Phycomyceten; einige bestehen nur aus einer kugeligen oder eiförmigen Zelle, welche zu einem Sporangium wird, indem ihr Protoplasma zu vielen Schwärmsporen zerfällt, welche nach dem Festsetzen wieder zu je einer kugeligen Zelle anwachsen; diese leben im Wasser als Saprophyten oder Parasiten von Wasserpflanzen; bei der Gattung *Synchytrium*, welche Parasiten von Landpflanzen (z. B. Anemone, Taraxacum) enthält, zerfällt die Zelle zuerst in mehrere Sporangien.

3) Unter den Zygomyceten sind die bekanntesten und wichtigsten die Arten der Gattung *Mucor*, besonders *M. Mucedo racemosus*, stolonifer, welche als Schimmelpilze auf Fruchtsäften, Brod, Mist etc. leben. Das Mycelium ist vielfach verzweigt, besteht aber aus einer einzigen schlauchförmigen Zelle (Fig. 85 *m*); es lebt gewöhnlich im Innern des Substrates und treibt nach vollendeter Entwicklung die Fruchträger an die Luft empor. Diese schwellen an ihrem oberen Ende kugelig an und bilden so das Sporangium, welches durch eine gewölbte Querwand abgegrenzt wird (Fig. 85 *s*)

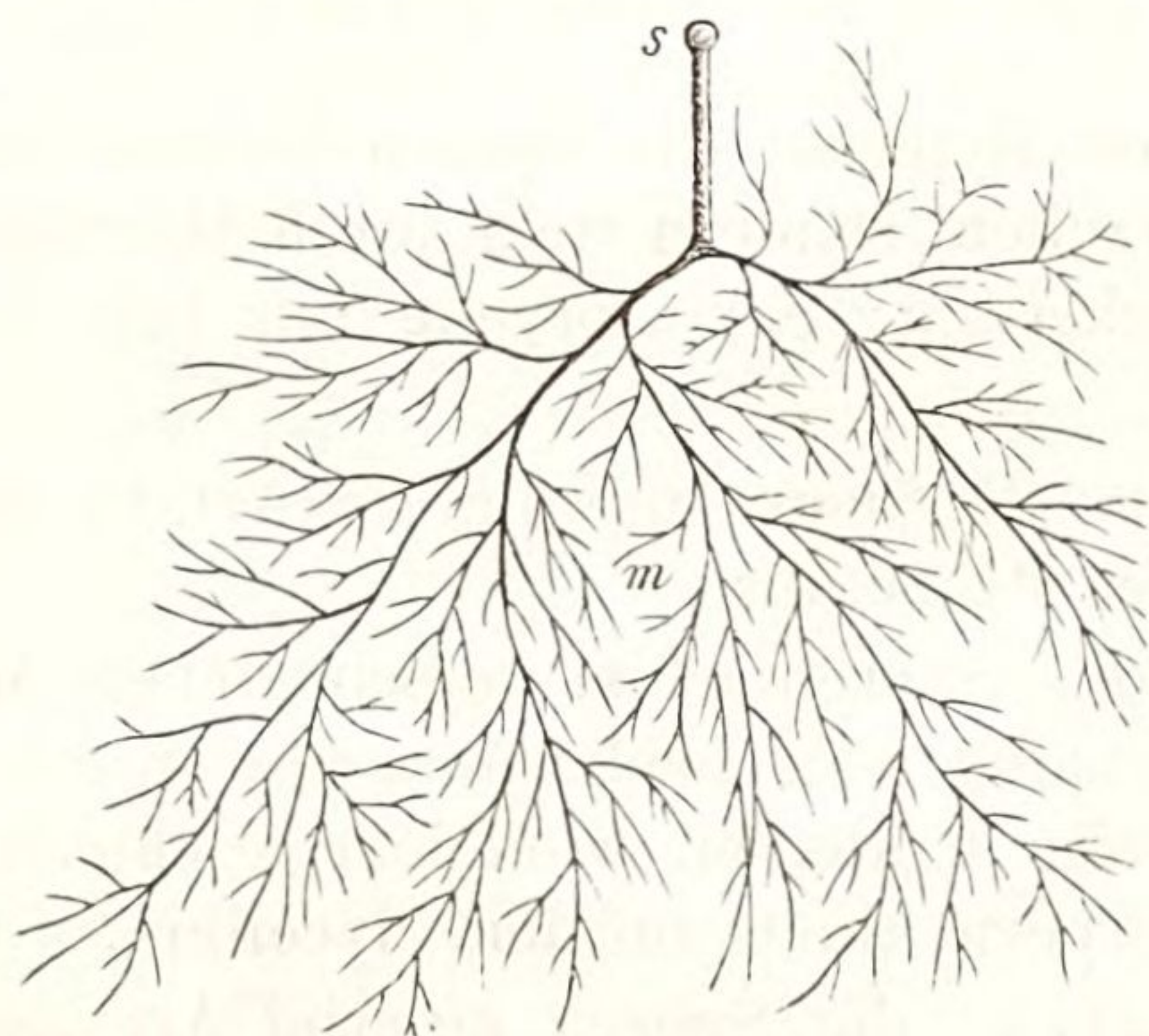


Fig. 85. *Mucor Mucedo*; *m* das aus einer Spore erwachsene Mycelium mit einem Sporangium *s*.

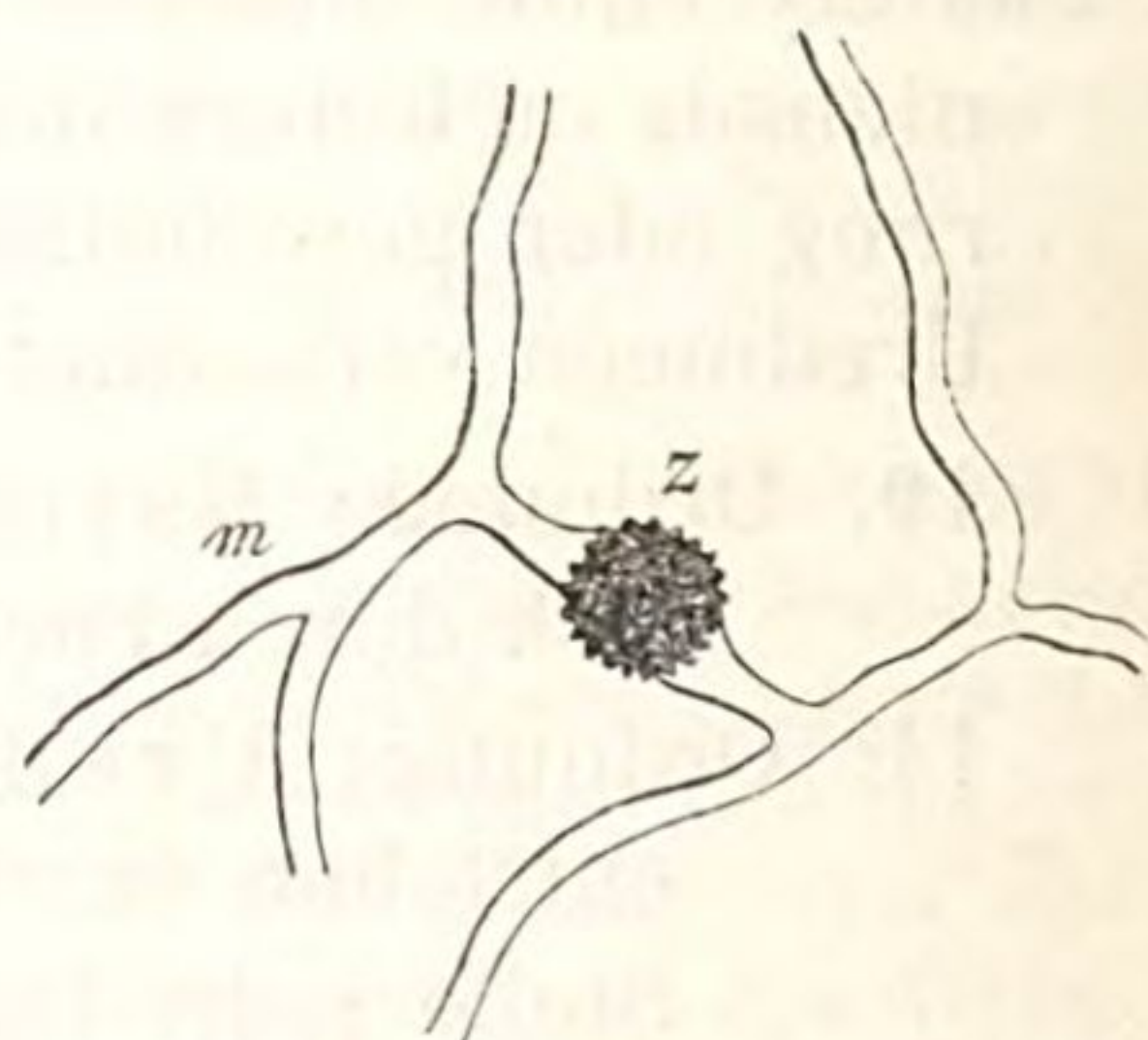


Fig. 86. Zygospore (*z*) von *Mucor*.

und in seinem Innern zahlreiche Sporen bildet. Aus jeder Spore erwächst sofort nach dem Abfallen ein neues Mycelium, welches in derselben Weise wieder Fruchträger, Sporangium und Sporen entwickelt. Unter besonderen Umständen bildet das Mycelium Zygosporen (Fig. 86 *z*), indem zwei Zweige einander entgegenwachsen und an ihren sich berührenden Enden je eine Zelle durch eine Wand abscheiden; durch Verschmelzung, Conjugation dieser beiden entsteht die Zygospore, welche ihre Membran sehr stark verdickt und erst nach längerer Ruhe keimt. Dabei wächst meist aus ihr ohne Mycelium unmittelbar ein Fruchträger hervor, der dem aus dem Mycelium erwachsenen vollkommen gleich ist.

4) Die Saprolegnieen sind Wasserpilze, deren querwandloses Mycelium in strahligen Rasen auf Thierleichen oder Pflanzentheilen lebt, die sich im Wasser vorfinden. Mit dieser Lebensweise hängt es zusammen,

dass die in den Sporangien gebildeten Sporen (s. oben Fig. 38) Schwärmsporen sind; an Stelle der Conjugation tritt aber hier eine Befruchtung; kugelige Zellen (Oogonien) enthalten mehrere Eizellen; die Antheridien wachsen in Form von Schläuchen durch Löcher in die Oogonien hinein, um die Eizellen zu befruchten. Die hiedurch zu Stande kommenden Oosporen keimen erst nach längerer Ruhe und erzeugen bald nur Sporangien, bald vollständige Mycelien mit Sporangien.

5) Die *Peronosporae* schmarotzen in anderen Pflanzen; ihr ebenfalls querwandloses Mycelium durchzieht in den Interzellularräumen deren Gewebe und nimmt mittels besonderer als Saugorgane dienender Ausstülpungen aus den Zellen der Nährpflanze seine Nahrung auf. Die Sporangien entstehen auf besonderen Aesten, die meist aus den Spaltöffnungen der Nährpflanze hervorwachsen (Fig. 87) und werden alsbald abgeworfen, daher gewöhnlich als Sporen oder Conidien bezeichnet. In Wassertropfen gelangt bilden sie die alsbald frei werdenden Schwärmsporen, welche keimen und den Pilz auf andere Nährpflanzen übertragen. Bei einigen wird indess die Schwärmsporenbildung übersprungen und das Sporangium selbst wächst zum Mycelium aus. Bei der für einige Formen bekannten geschlechtlichen Fortpflanzung legt sich das Antheridium an das Oogonium an, wodurch die in demselben befindliche Eizelle befruchtet und zur Oospore wird. Die Keimung der Oospore erfolgt nach längerer Ruhe meist durch Bildung von Schwärmsporen.

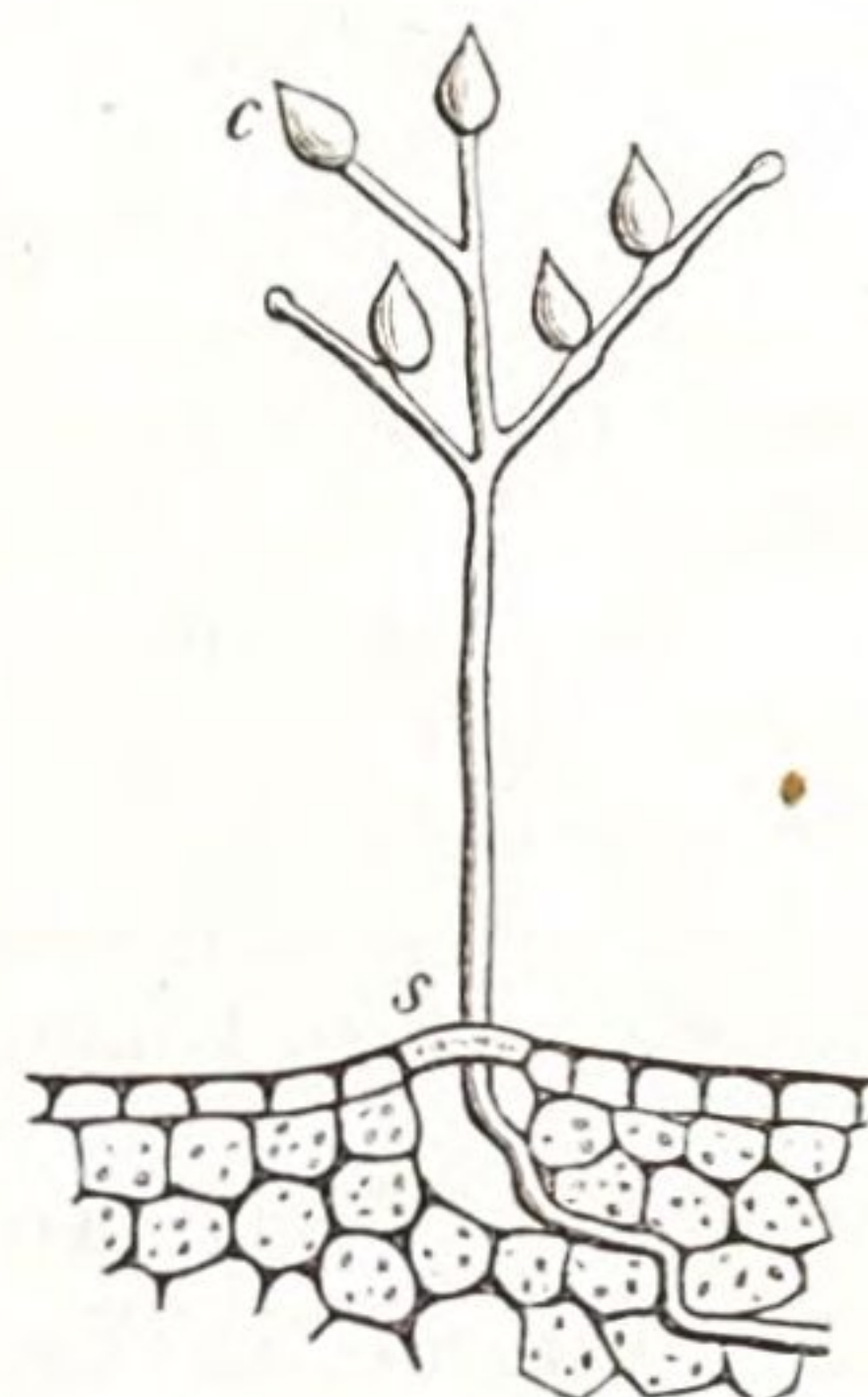


Fig. 87. Sporangienträger von *Phytophthora infestans*, aus einer Spaltöffnung (s) des Kartoffelblattes hervorwachsend; c die Sporangien (150).

Bei *Peronospora*, die in vielen Arten (*P. parasitica* auf *Capsella*, *P. nivea* auf Umbelliferen u. a.) vertreten ist, entsteht auf jedem Zweig des Fruchtträgers, der aus einer Spaltöffnung hervorwächst, nur ein Sporangium. — Bei *Phytophthora* werden die Sporangien von den an ihrer Insertion entstehenden Seitenzweigen des Fruchtträgers zur Seite geschoben; hierher gehört *P. infestans*, welche die gefürchtete Krankheit der Kartoffelpflanze hervorruft. Das Gewebe der Nährpflanze wird an allen befallenen Stellen zerstört und färbt sich schwarz, während im Umkreise der Pilz weiter wächst und durch die Spaltöffnungen seine Sporangienträger entsendet (Fig. 87). Durch die sich aus den Sporangien entwickelnden Schwärmsporen wird der Parasit auf andere gesunde Nährpflanzen übertragen; die Schwärmsporen gelangen auch in den Erdboden und inficiren hier die Knollen, von welchen aus sich der Pilz im nächsten Jahre in die jungen Pflanzen verbreitet. Sexuelle Fortpflanzungsorgane sind bei diesem Pilz noch nicht gefunden worden. *Phytophthora Fagi* befällt und zerstört die Keimpflanzen der Buche. Bei *Cystopus* (z. B. *C. candidus* auf *Capsella* u. a. Cruciferen, *C. cubicus* auf Compositen) bilden sich dicht nebeneinander Sporangienträger in grosser Anzahl unter der Epidermis und sprengen diese; auf jedem Sporangienträger entsteht eine Reihe von Sporangien.

Die folgenden drei Ordnungen seien als Anhang der Phycomyceten aufgeführt, von denen sie in manchen erheblichen Punkten abweichen:

6) Die *Saccharomyceten* oder Gährungspilze. Das Mycelium be-

steht aus verzweigten Zellreihen, deren einzelne eiförmige Zellen mit schmalen Enden aneinander stossen (Sprossung) und sich leicht von einan-

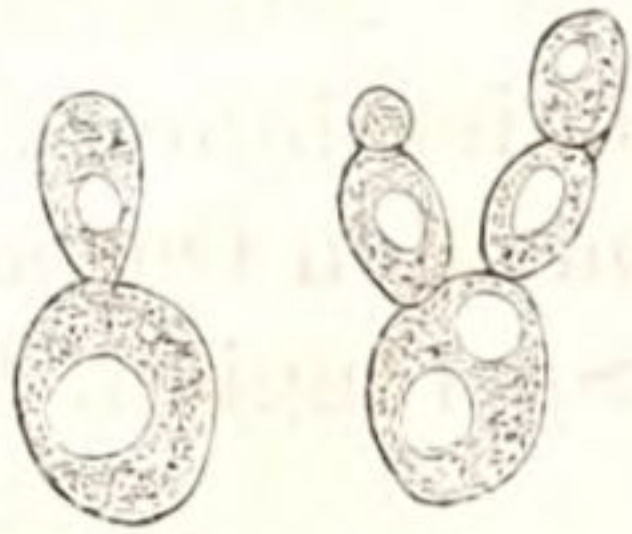


Fig. 88. In Wachsthum und Sprossung begriffene Zellen der Bierhefe *Saccharomyces cerevisiae* (300mal vergr.).

der lostrennen. Bei der Fortpflanzung werden in einzelnen dieser Zellen je vier Sporen gebildet. Durch einen eigenthümlichen Vegetationsprocess verwandeln die meisten Gährungspilze den in ihrem Substrat vorhandenen Zucker in Alkohol und Kohlensäure.

Saccharomyces cerevisiae, die Bierhefe (Fig. 88) ist nur im technisch verwertheten, cultivirten Zustande bekannt; *S. ellipsoideus* u. a. kommen in der Natur

auf der Oberfläche von Früchten, den Weintrauben häufig vor und gelangen von selbst in den Most, dessen Gährung sie bewirken. — Auch *S. Mycoderma*, der Kahmpilz, gehört hieher, der auf der Oberfläche gegohrener Flüssigkeiten lebt und diese weiter zersetzt.

Hiemit ist vielleicht auch *Exoascus Pruni* verwandt, der Pilz, welcher die sog. Narren oder Taschen der Pflaumen hervorruft; das gegliederte Mycelium wächst im Fruchtknoten; die Sporenbildung erfolgt in Zellen, welche dicht nebeneinander unter der Cuticula auftreten und für das blosse Auge als weisser Reif erscheinen. Verwandte Formen kommen auf den Pfirsichblättern, Erlenfrüchten und sonst vor.

7) Die *Entomophthoreen* leben parasitisch in Insecten, so *Empusa Muscae* in der Stubenfliege, welche besonders im Herbst stark darunter leidet. Die Sporen des Pilzes werden abgeschnürt von Zellen, die aus dem Körper der Fliege nach aussen hervorwachsen, und bilden meist einen weissen Hof um die Leiche. Sie entlassen nach einiger Zeit wiederum Sporen, welche anderen Fliegen gegen den Unterleib, die einzige zum Eindringen geeignete Stelle, geschleudert werden. Bei anderen Arten kennt man auch Dauersporen, die vielleicht sexuellen Ursprungs sind.

8) Die *Myxomyceten* oder Schleimpilze erinnern in ihrer Sporenbildung an die *Zygomyceten*, weichen aber in ihrem vegetativen Bau weit von allen Pflanzen ab. Während ihrer Vegetationszeit bilden sie nemlich keine Zellen oder Gewebe, sondern kriechen als nackte Protoplasamassen, *Plasmodium* genannt (Fig. 89 A) in oder auf dem Substrat, Lohe, Erde und Blättern des Waldbodens umher. Zugleich finden im Innern der Protoplasamasse lebhafteste Strömungen statt. Bei der Fruchtbildung verwandelt sich das ganze Plasmodium in Sporangien, nemlich meist kugelige Gebilde, die den Fruchtkörpern der Trüffeln und Staubpilze ähnlich sehen (Fig. 89 B); in deren Innerem werden die Sporen gebildet, bei einigen ausschliesslich, bei anderen zwischen sterilen Fäden, dem *Capillitium* (Fig. 89 C cp). Bei der Keimung entlässt jede Spore ihren Protoplasmakörper, welcher entweder amöbenartig umherkriecht oder wie eine Schwärmspore schwimmt. Durch Zusammentreten und Vereinigung zahlreicher solcher kleiner Protoplasmakörper kommen die grossen Plasmodien zu Stande.

Aethalium septicum, die Lohblüthe, kriecht mit grossen (selbst mehrere Quadratcolle einnehmenden) gelben Plasmodien in der Gerberlohe umher und bildet schwefelgelbe, im Inneren schwarzbraune Klumpen von Sporangien. — *Trichia rubiformis*, *Didymium serpula* sind kleinere Formen, die in Wäldern nicht selten

vorkommen; die Sporangien der ersteren erscheinen als braune eiförmige, etwa 2—3 Millim. lange Körperchen, die gesellschaftlich auf Blättern oder Moosen vorkommen.

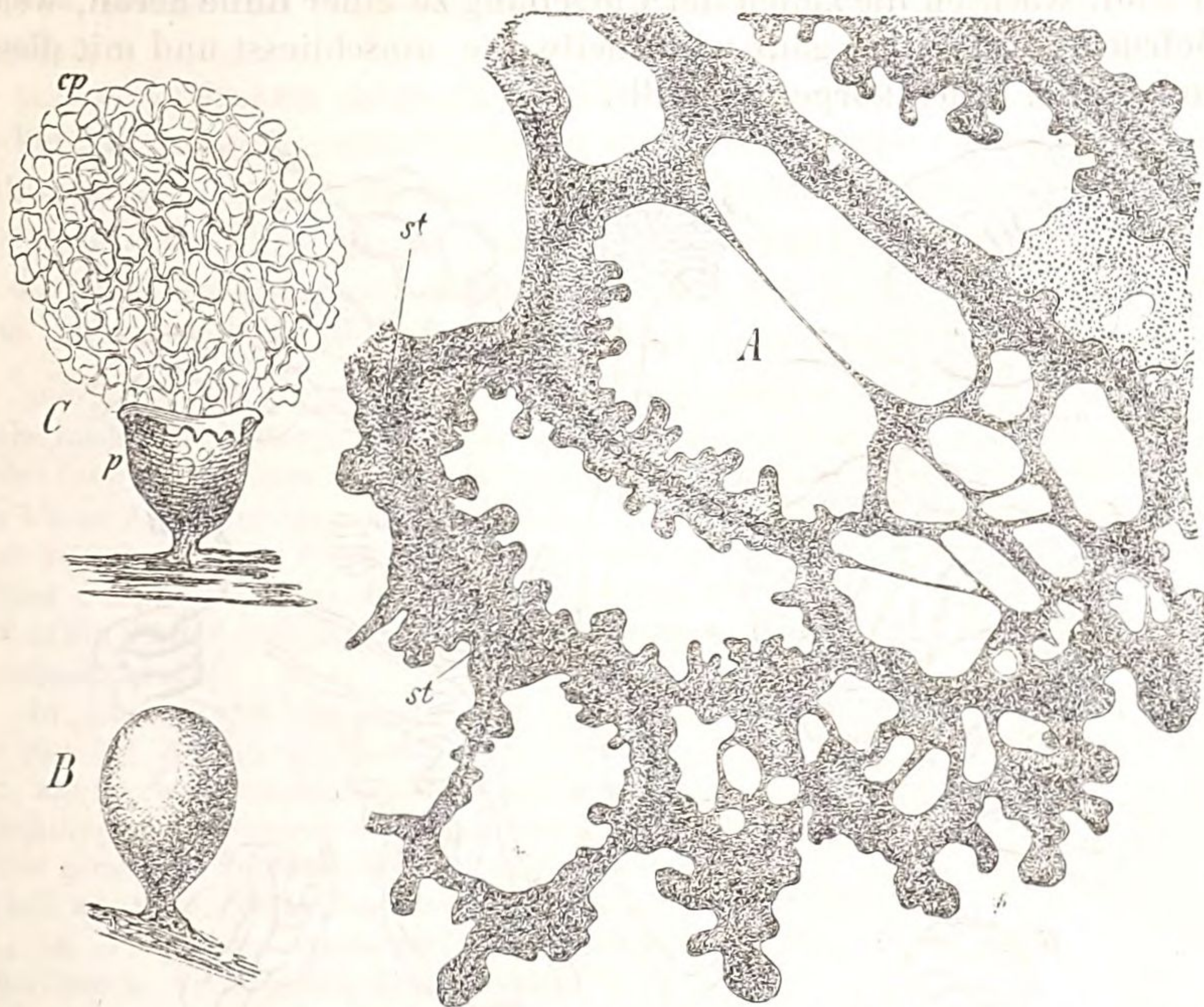


Fig. 89. A Stück eines Plasmodiums von *Didymium leucopus* (350); B ein noch geschlossenes Sporangium von *Arcyria incarnata*; C dasselbe nach Zerreissung der Wandung *p* und Ausdehnung des Capillitiums *cp* (20) (nach Sachs).

9) Die *Ascomyceten* besitzen ein aus gegliederten Hyphen bestehendes Mycelium, auf welchem (für einige nachgewiesen, für die anderen kaum zweifelhaft) in Folge einer Befruchtung der Fruchtkörper entsteht. In diesem Fruchtkörper findet die Sporenbildung in sog. Schläuchen (*Asci*) statt, indem deren Protoplasma durch freie Zellbildung in meist acht sich mit Membran umgebende Sporen sondert (s. Fig. 39), welche zuweilen noch weitere Theilungen erfahren und gewöhnlich aus den Schläuchen ausgespritzt werden. Die Befruchtung kann in zweierlei Weise vor sich gehen, entweder durch enge Berührung zweier benachbarter Zweige des Myceliums, wovon der eine, weibliche meist grösser, häufig schraubig gewunden ist und als *Ascogon* (Fig. 90 B und C, *as*) bezeichnet wird; der kleinere männliche, welcher sich anlegt, heisst *Polli-nodium* (Fig. 90 B und C, *p*). Bei anderen dagegen ist der weibliche Ast des Myceliums schraubig gewunden und endet in ein vorragendes Haar, welches ganz an die *Trichogyne* der Florideen (s. oben S. 400) erinnert. An dieses Haar setzen sich die *Spermastien* an, kleine nur passiv bewegliche Zellen, welche durch Abschnürung in besonderen Behältern, den *Spermogonien* (s. z. B. unten Fig. 99) entstehen. Während das befruchtete *Ascogon* (oder *Trichogyne*) sich weiter entwickelt und zuletzt die

Schläuche producirt, welche sehr häufig zu einer besonderen Schichte, dem Hymenium, mit sterilen Fäden, den Paraphysen untermischt, vereinigt sind, wachsen die Zellen der Umgebung zu einer Hülle heran, welche das Befruchtungsproduct ganz oder theilweise umschliesst und mit diesem zusammen den Fruchtkörper vorstellt.

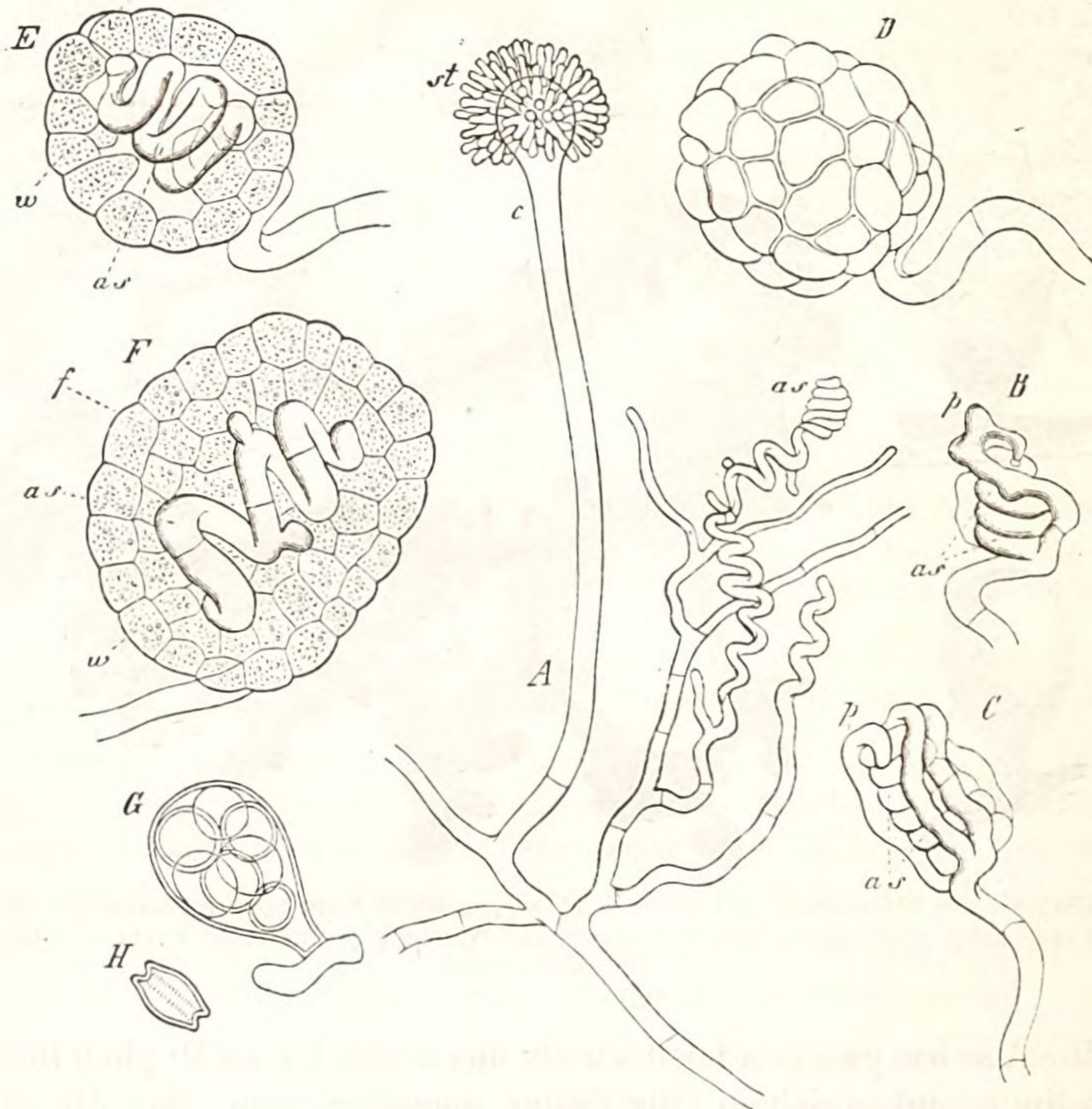


Fig. 90. *Eurotium repens*. A ein kleiner Theil des Myceliums mit dem Conidienträger C, von dessen Sterigmen (st) die Sporen schon abgefallen sind, und einem jungen Ascogon as. B Ascogon (as) mit dem Pollinodium p. C ebenso mit beginnender Umwachsung durch Fäden. D ein Fruchtkörper von aussen gesehen. E und F im Durchschnitt, noch unreif; w die Wandung, f das Füllgewebe, as der aus dem Ascogon entstandene Faden, der später die Schläuche trägt. G ein Schlauch; H reife Spore (Alles vergrössert) (nach Sachs).

Das Mycelium trägt ausserdem noch vegetative Vermehrungsorgane, so besonders häufig Conidien, d. h. Sporen, welche auf bestimmten Aesten des Myceliums (Fig. 90 A, st) einzeln oder reihenweise abgeschnürt werden. Solche Conidien tragende Zustände von Ascomyceten sind viele unserer häufigsten Schimmelpilze, welche nur unter selteneren Umständen zur Bildung von Sexualorganen und Fruchtkörpern gelangen. Ausserdem besitzen manche Ascomyceten noch besondere Behälter (Pycniden), in welchen ebenfalls Sporen abgeschnürt werden.

Die Eintheilung der Ascomyceten ist eine vorläufige, da eine grosse Anzahl derselben, die sich durch besondere Lebensweise auszeichnen, früher als besondere Classe, Flechten, betrachtet wurden; da es zur Zeit nicht möglich ist, die wirklich verwandten Formen für diese Flechten

unter den übrigen Ascomyceten ausfindig zu machen, so seien diese Flechten besonders behandelt und an den Schluss verwiesen.

Man pflegt die eigentlichen Ascomyceten in vier Abtheilungen zu bringen:

a) *Erysipheen* oder *Mehlthaupilze*. Der Fruchtkörper enthält kein Hymenium; die Schläuche sind anscheinend regellos nach allen Richtungen angeordnet, oft nur in geringer Anzahl vorhanden; der Fruchtkörper, dessen Hülle oft charakteristische fädige Anhängsel besitzt, öffnet sich durch unregelmässiges Aufreissen, oder gar nicht, so dass die Sporen durch Verwesung der Wand frei werden.

Die Arten der Gattung *Erysiphe* und verwandter Gattungen leben auf der Oberfläche zahlreicher Pflanzentheile, so den Blättern der Rose, des Hopfens u. v. a., und bilden hier einen zarten weissen Ueberzug, den Mehlthau. Die Myceliumfäden treiben nur kleine Ausstülpungen als Saugorgane. Die Fruchtkörper erscheinen dem blossen Auge als schwärzliche Punkte. Die Conidienform einer solchen Erysiphe, deren Fruchtkörper noch unbekannt ist, daher vorläufig noch *Oidium Tuckeri* benannt, bewohnt die Blätter und jungen Früchte des Weinstocks und verursacht so die bekannte Traubenkrankheit.

In diese Abtheilung gehört ein nicht seltener Schimmelpilz *Eurotium Aspergillus* (Fig. 90), dessen Conidien auf einer kugligen, mit Sterigmen besetzten Anschwellung der Fruchthyphie reihenweise abgeschnürt werden. — Der gemeinste Schimmelpilz, dessen Zugehörigkeit zu dieser Abtheilung indess zweifelhaft ist, ist *Penicillium glaucum*, welches auf pinselförmig verzweigten Fruchthyphen Conidienreihen trägt (Fig. 91). In diesem Zustande erscheint er als graugrüner Ueberzug auf seinem Substrat, feuchten Gegenständen, Flüssigkeiten aller Art. Die in neuerer Zeit gefundenen Fruchtkörper sind von Stecknadelkopfgrösse und bestehen aus einem später sich auflösenden Gewebe der Hülle, welches in labyrinthischen Gängen von den schlauchtragenden Fäden durchzogen wird.

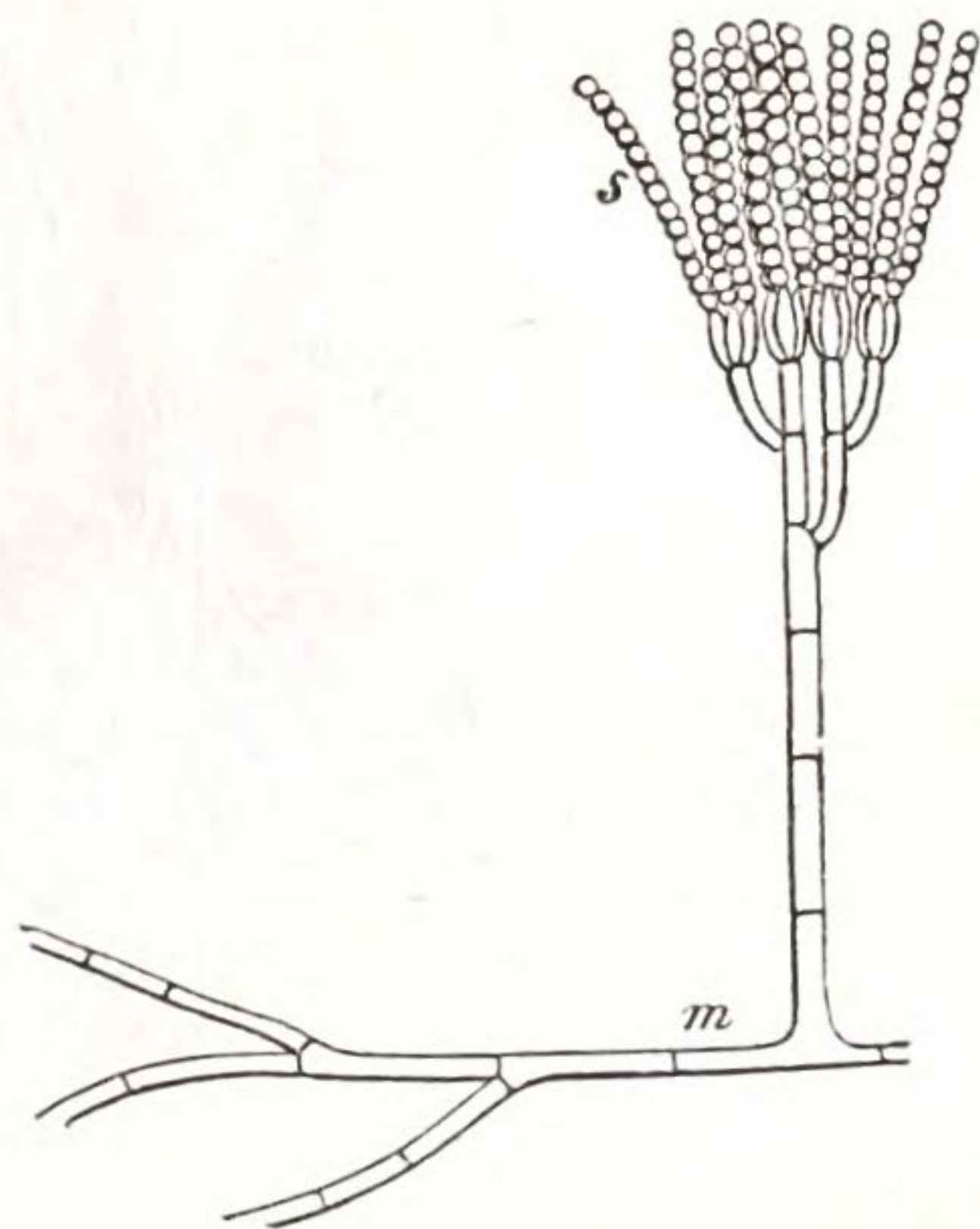


Fig. 91. Fruchthyphie von *Penicillium glaucum*; s die Conidienreihen; m ein Fadestück des Myceliums (150).

b) Die *Tuberaceen* oder *Trüffelpilze* besitzen unterirdische rundliche Fruchtkörper, in welchen die schlauchtragenden Hymenien die Oberfläche labyrinthischer Gänge auskleiden. Die Sexualorgane, sowie andere Vermehrungsorgane sind nicht bekannt.

Tuber aestivum, *brumale* u. a. Arten essbare Trüffel; *Elaphomyces granulatus* fast wallnussgross, nicht selten.

c) Die *Pyrenomyceten* oder *Kernpilze*. Das Hymenium kleidet die Innenfläche flaschenförmiger oder rundlicher Behälter aus, der Perithecieen (Fig. 92 C, cp), welche sich an der Spitze öffnen. Diese Perithecieen stehen entweder einzeln oder in grösserer Anzahl auf einem verschiedengestalteten Träger, dem Stroma.

Unter den einfachen (mit einzeln stehenden Perithecieen) verdienen Erwähnung

die Gattungen *Sphaeria* und *Sphaerella*, welche in vielen Arten auf abgestorbenen Blättern in Gestalt kleiner schwarzer Punkte vorkommen; *Calosphaeria*, deren lange und schmale Perithecieen gruppenweise auf Holz und Rinde der Kirschbäume stehen, *Pleospora* und *Fumago*, deren Mycelien und Conidien den sog. *Russthau*, einen schwarzen Ueberzug auf verschiedenen Pflanzentheilen bilden.

Bei den zusammengesetzten (mit Stroma) bildet das Stroma bald warzenförmige oder unregelmässig begrenzte Krusten, die durch die Mündungen der Perithecieen punctirt erscheinen; dahin gehören *Diatrype* disciformis mit schwarzen, erbsengrossen Warzen sehr häufig auf todtten Zweigen, *Nectria* cinnabarina mit lebhaft rothem Stroma auf verschiedenen abgestorbenen Zweigen (*Nectria ditissima* verursacht eine Krankheit an den Buchenzweigen). Oder das Stroma entwickelt sich zu einem aufrechten, keulenförmigen oder büschelförmig verzweigten Körper, so z. B. bei *Xylaria*, deren Stromata auf Baumstrünken sehr häufig vorkommen; im oberen Theile sind sie oft von Conidien mehlig bestäubt. Hieher gehört auch *Claviceps purpurea*, welcher das sog. Mutterkorn (officinell als *Secale cornutum*) bildet. Das

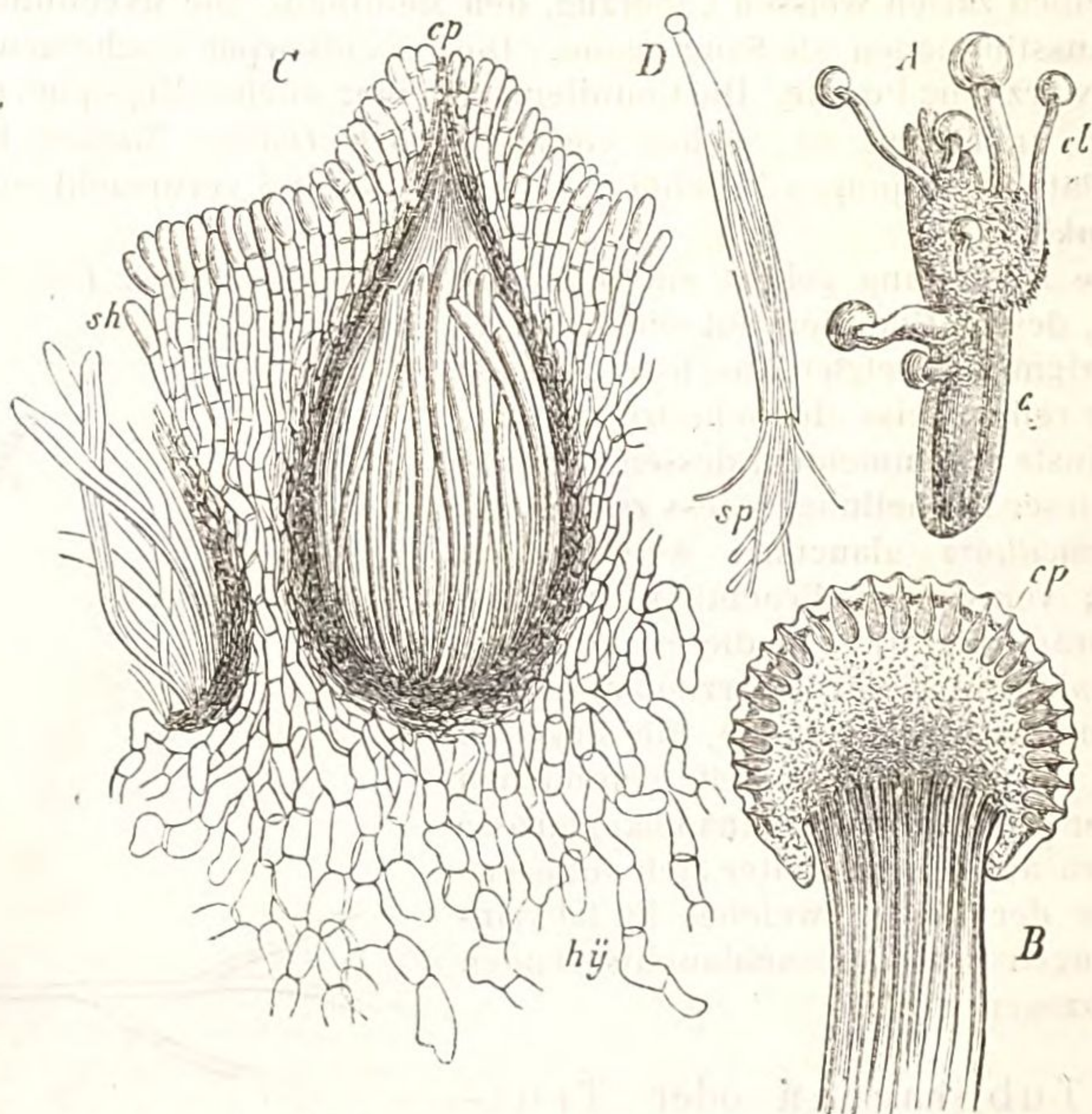


Fig. 92. *Claviceps purpurea*; A ein Sclerotium (c), welches Fruchträger (cl) bildet (zweimal vergr.). B ein solcher Fruchträger durchschnitten (vergr.); cp die Perithecieen. C ein Perithecium noch stärker vergrössert; D ein Ascus zerrissen, die schmalen Sporen (sp) entlassend (nach Sachs).

Mycelium dieses Pilzes überzieht den jungen Fruchtknoten des von diesem Pilze befallenen Roggens (oder anderer Gräser) und bildet Conidien, welche in eine schleimige Substanz eingebettet den sog. Honigthau vorstellen und den Pilz sofort auf andere Graspflanzen übertragen können. Mit der Zeit durchdringt dieser Pilz das ganze Gewebe des Fruchtknotens und bildet nach dessen Zerstörung eine harte Gewebemasse von etwa 1—2 Centimeter Länge und dunkelvioletter Farbe, das Sklerotium, welches unter dem Namen Mutterkorn bekannt ist. Dieses Sclerotium entwickelt, auf Erde gebracht, im kommenden Frühjahr einige gestielten Köpfchen ähnliche Stromata (Fig. 92 A), auf deren Oberfläche die zahlreichen Perithecieen eingesenkt sind (Fig. 92 B, cp). Die hierin entwickelten Schlauchsporen gelangen auf junge Roggenpflanzen und erzeugen dort, indem das Mycelium durch die Blattscheiden eindringend sich bis in die Blüthe verbreitet, wieder den sog. Honigthau. — Die Arten der Gattung *Cordyceps* bewohnen Insectenlarven.

d) Die Discomyceten oder Scheibenzpilze unterscheiden sich von den vorigen nur dadurch, dass das Hymenium auf der Oberfläche des meist scheiben- oder becherförmigen Fruchtkörpers, des Apotheciums ausgebreitet ist (Fig. 93 h).

1) Die Phacidiaeen leben auf verschiedenen Pflanzentheilen, denen die meist kleinen schwärzlichen Fruchtkörper ein- oder aufgewachsen sind. *Rhytisma acerinum* erscheint in Form rundlicher schwarzer Flecken auf Ahornblättern; das Mycelium lebt wahrscheinlich parasitisch; die Entwicklung der Fruchtkörper findet aber erst auf den abgefallenen Blättern statt; ähnlich verhalten sich *Hysterium nervisequium* auf den Nadeln der Weisstanne, *H. macrosporum* auf denen der Fichte und *H. Pinastri* auf denen der Kiefer; sie verursachen meist Rothwerden und Abfallen der Nadeln; die Fruchtkörper sind länglich und sprengen die Epidermis in zwei Lippen.

2) Die Pezizaceen mit meist fleischigen oder wachsartigen, becherförmigen Fruchtkörpern, leben auf verschiedenen Substraten, *Ascobolus* auf Mist, viele Arten von *Peziza* auf dem Erdboden, andere auf Pflanzentheilen (*P. Willkommii* verursacht den sog. Krebs der Lärchenstämme), *Bulgaria* mit gallertartigem kreiselförmigem schwarzem Fruchtkörper auf toten Zweigen.

3) Die Helvellaceen haben Fruchtkörper von im Allgemeinen keulenförmiger Gestalt, deren flache oder netzgrunzelige Oberfläche ganz mit dem Hymenium überzogen ist; hierher gehören die (essbaren) Arten der Gattung *Morchella*, Morchel mit kegelförmigem Hut, d. h. oberem Theil des Fruchtkörpers; *Helvella* u. a.

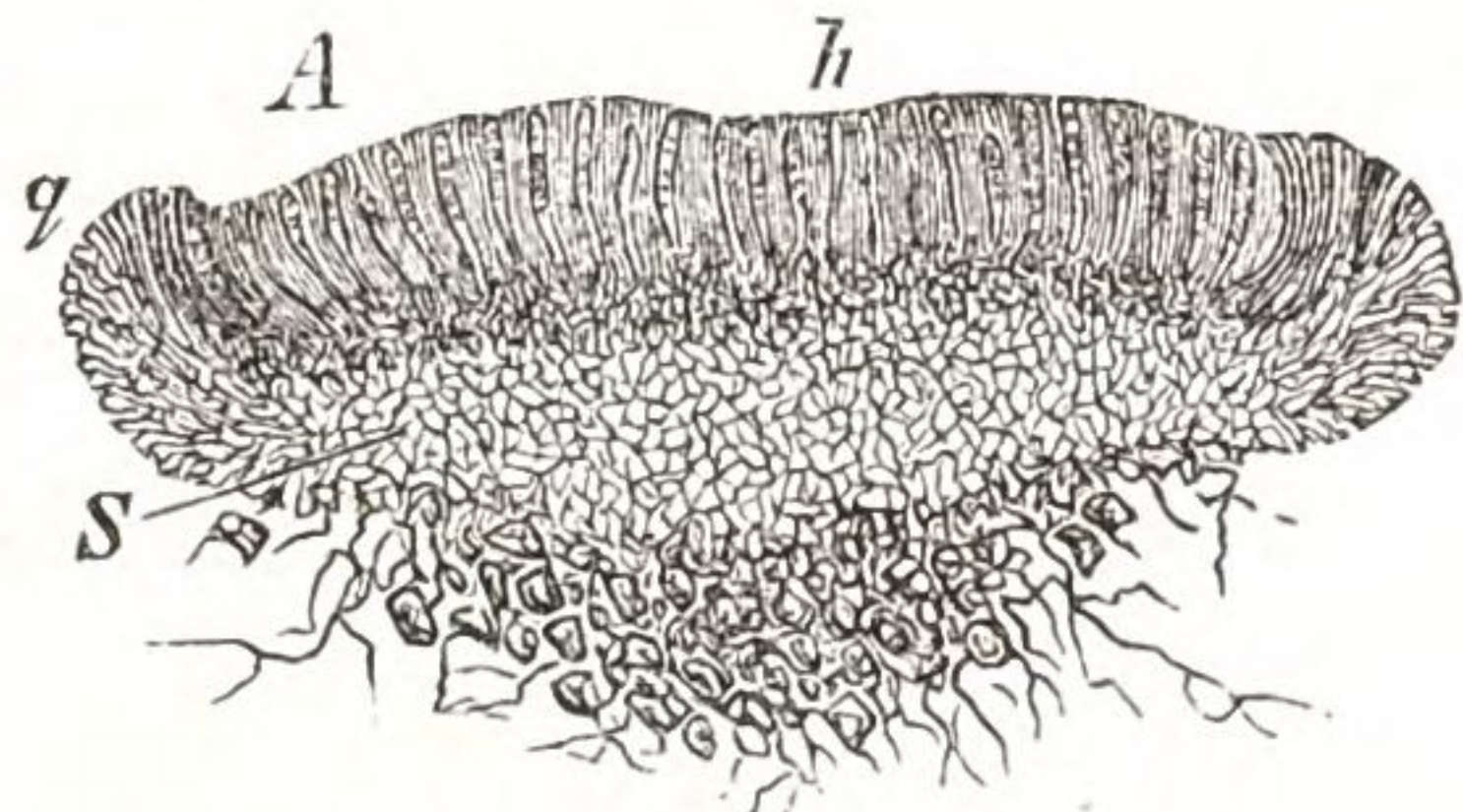


Fig. 93. Längsschnitt des Fruchtkörpers von *Peziza convexula*; h das Hymenium (nach Sachs).

Die Flechten (Lichenes) sind nach neueren Untersuchungen nur Ascomyceten und zwar aus den beiden Abtheilungen der Pyrenomyceten und Discomyceten, welche auf Algen schmarotzen. Diese Algen sind in den Flechtenthallus eingeschlossen und wurden früher als Gonidien bezeichnet (Fig. 94 g). Es sind theils einzelne kugelige grüne Zellen, welche der Algengruppe der Palmellaceen angehören, oder reihenweise verbundene, mit rothem Inhalt versehene Zellen der Algengattung *Chroolepus*, oder die blaugrünen Fäden von *Nostoc* und anderen *Phycochromaceen*. Dieselben sind entweder ordnungslos im ganzen Theile der Flechte zerstreut; der Thallus heisst dann homöomerisch; oder in bestimmten Schichten zwischen dem Fadengeflechte angeordnet: heteromerischer Thallus (Fig. 94). Die Fortpflanzungsorgane gehören vollständig dem Pilz an und sind demgemäss in Schläuchen erzeugte Sporen; die Schläuche stehen bei den einen auf der Oberfläche schüsselförmiger Organe, der sog. Apothecien (Discomyceten), bei den anderen in Perithechien eingeschlossen (Pyrenomyceten). Auch Spermogonien finden sich wie bei anderen Ascomyceten und sind hier mit grosser Wahrscheinlichkeit als männliche Organe nachgewiesen, in denen die Spermastien abgeschnürt werden. Letztere werden durch das zeitweise vorhandene Wasser zu den weiblichen Organen, den oben (S. 109) erwähnten Trichogynen gebracht, aus denen dann sich der Fruchtkörper entwickelt. Ausserdem vermehren sich die Flechten noch durch Soredien, nemlich Knäuel von Gonidien, umspinnen von

Pilzfäden, die aus dem Thallus frei werden und wieder zu einem neuen Thallus auswachsen (Fig. 95).

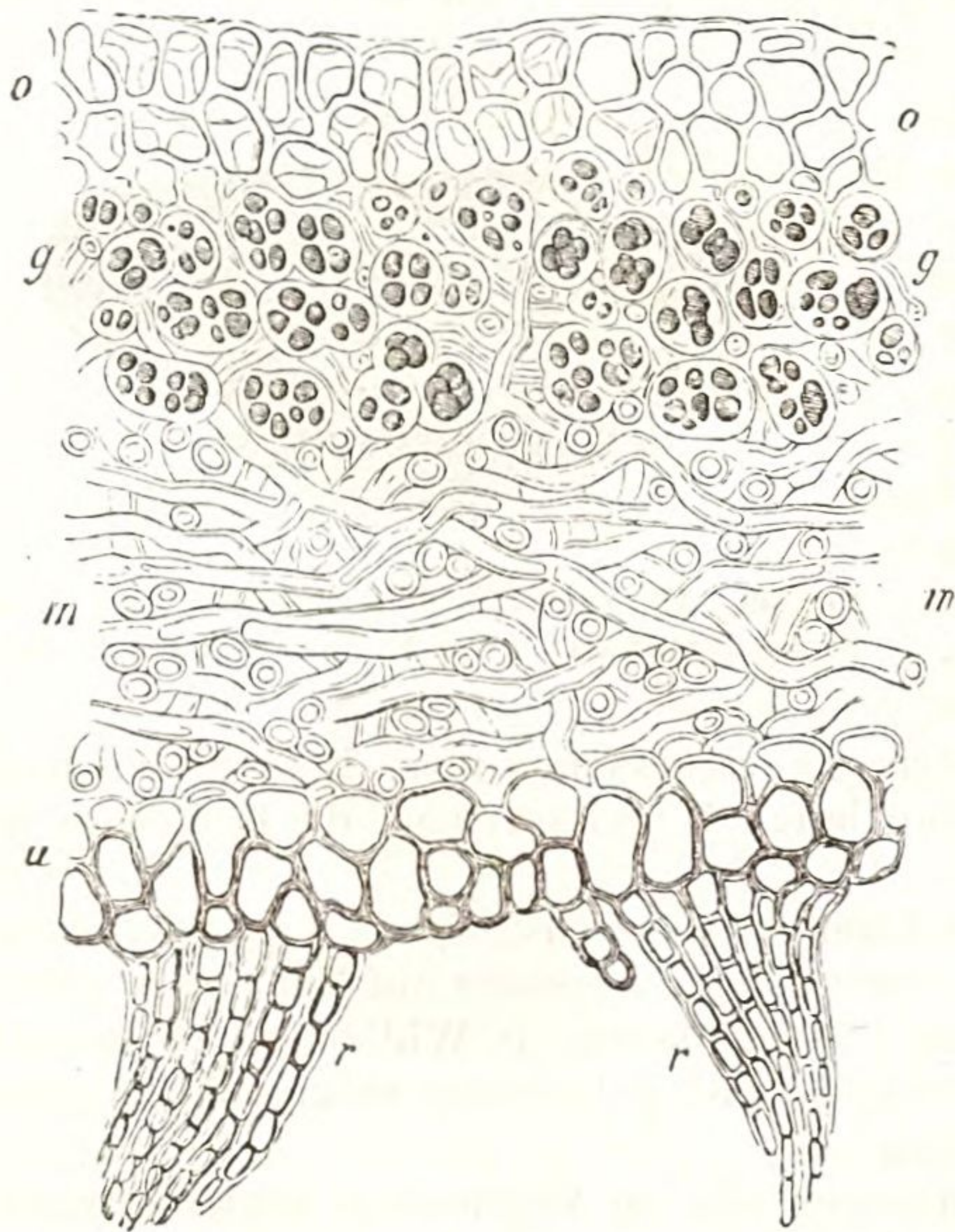


Fig. 94. Querschnitt durch den Thallus von *Sticta fuliginosa* (500); *o* Rinde der Oberseite, *u* der Unterseite; *m* Hyphengeflecht der Marksicht; *g* die Gonidien, *r* Haftfasern der Unterseite (nach Sachs).

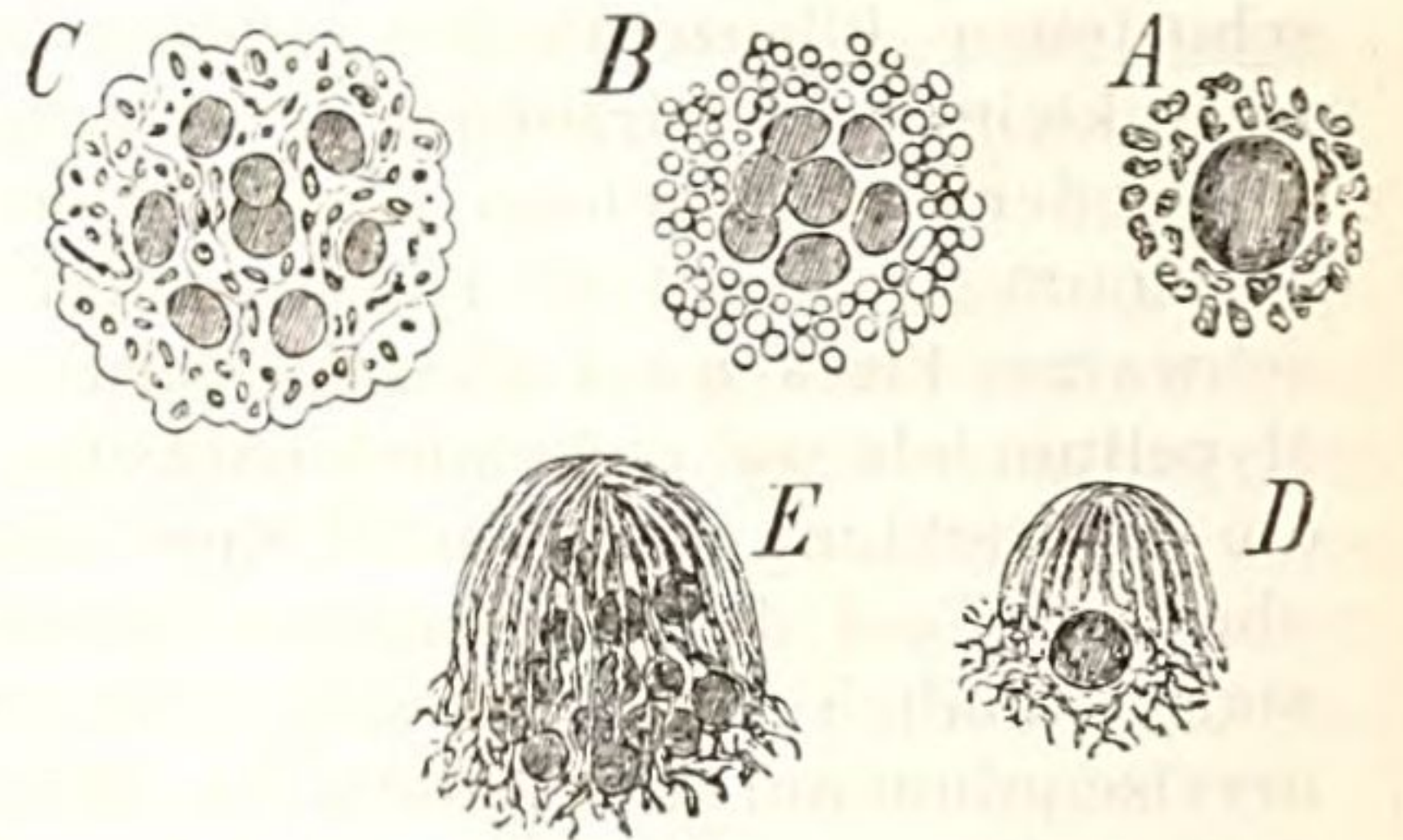


Fig. 95. Soredien von *Usnea barbata*. *A* mit nur einem Gonidium, das sich bei *B* getheilt hat. *C* mehrere Gonidien, durch Hyphen getrennt. *D* und *E* auswachsende Soredien, die Hyphen bilden einen Scheitel, an dem die neue Flechte fortwächst; die Gonidien vermehren sich durch Theilung (nach Sachs).

Die Flechten leben an Bäumen, Felsen, Mauern, auch auf der Erde zwischen Moosen; sie können vollständig austrocknen, ohne ihre Lebensfähigkeit zu verlieren.

Man pflegt sie nach der Form und Beschaffenheit des Thallus in vier Ordnungen einzutheilen.

I. Strauchflechten. Der Thallus wächst strauchförmig aufrecht oder hängend und ist im Innern nach allen Seiten gleich ausgebildet, d. h. ohne Verschiedenheit von Ober- und Unterseite, die Gonidienschichte bildet gewöhnlich einen Hohlcyylinder.

Usnea in mehreren Arten (Fig. 96 *A*) und verwandte Gattungen mit cylindrischem Thallus, Baumbart, an Bäumen. — *Roccella tinctoria* wächst an Felsen in den Mittelmeergegenden und dient nebst anderen Flechten zur Bereitung des Lacmus. — *Ramalina* und *Evernia* mit bandartig flachem Thallus häufig an Bäumen, Bretterzäunen, ähnlich *Cetraria islandica*, isländisches Moos (officinell als Lichen islandicus) im Norden und Gebirgen, gibt beim Kochen mit Wasser eine schleimige Flüssigkeit. — *Anaptychia ciliaris*, im Bau den Laubflechten ähnelnd, mit bewimpertem flachem Thallus, häufig an Baumstämmen. — *Cladonia*, Säulchenflechte, mit schuppenartigem niederliegendem Thallus, von dem sich aufrechte, kreiselförmige oder korallenähnliche Aeste erheben, an denen die Apothecien sitzen; *Cl. fimbriata* gemein, *Cl. rangiferina* Rennthiermoos auf Haiden. — *Sphaerophorus* von ähnlichem Aussehen, aber pyrenocarp.

II. Laubflechten. Der Thallus ist flach ausgebreitet, dem Substrat anliegend; die grünen (seltener blaugrünen) Gonidien bilden eine

einfache Schichte unter der Oberseite (Fig. 94). Der Umriss des Thallus ist gewöhnlich lappig.

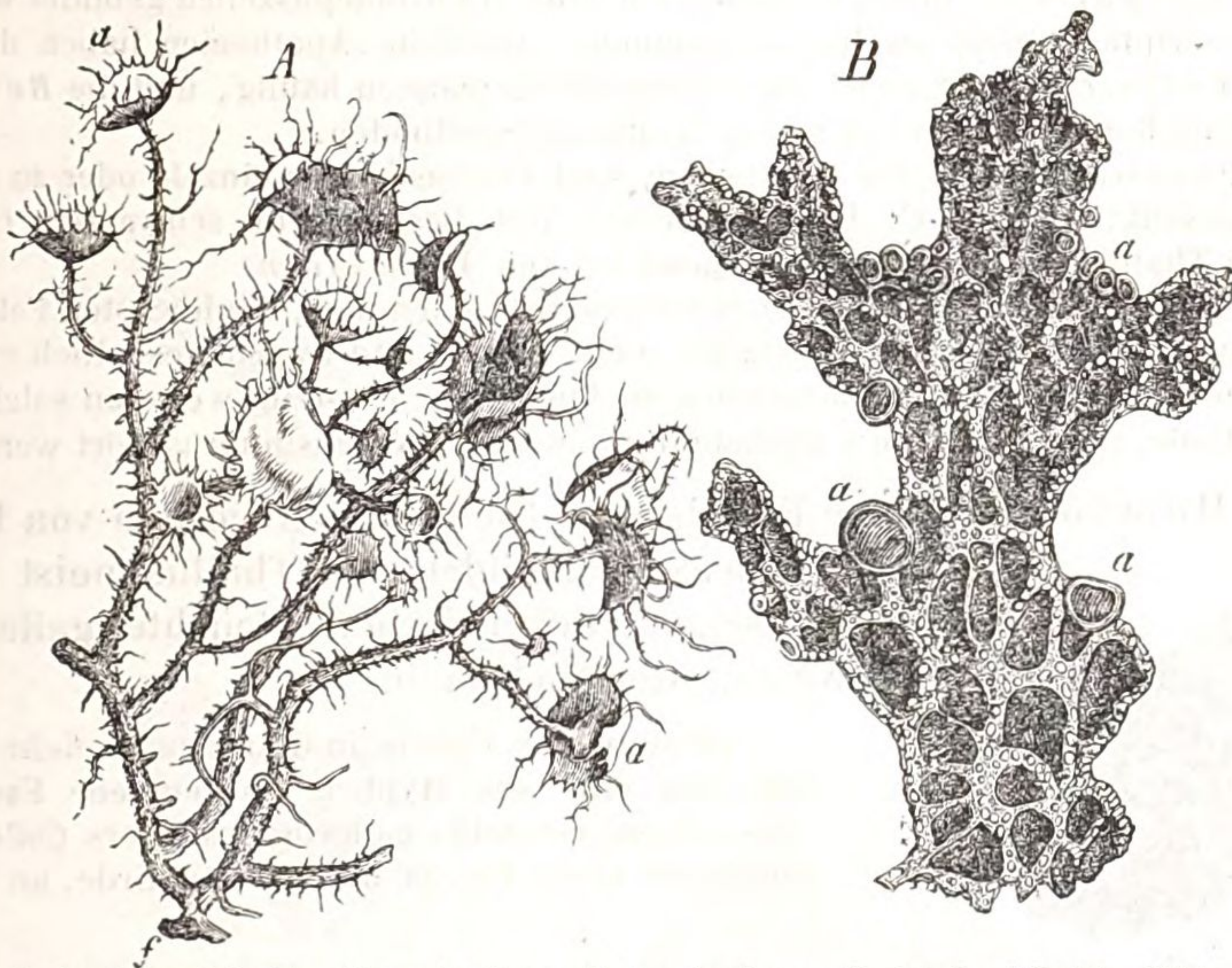


Fig. 96. A eine Strauchflechte, *Usnea barbata* mit Apothecien *a*; B eine Laubflechte, *Sticta pulmonacea* mit Apothecien *a* (nat. Gr.) (nach Sachs).

Parmelia parietina findet sich mit ihrem schwefelgelben reichlich fructificirenden Thallus an jedem Baumstamm, an Mauern, meist gesellig mit anderen graugefärbten Arten. — *Sticta pulmonacea* (Fig. 96 B) mit netziggrubigem gelblichem Thallus, an Baumstämmen. — *Peltigera* in verschiedenen Arten auf dem Moosboden der Wälder, trägt die flachen Apothecien am Rande der Thalluslappen. — *Umbilicaria* und *Gyrophora* von schwärzlicher Farbe, an kieselhaltigen Felsen. — *Endocarpon* mit graulichem von den zahlreichen kleinen Peritheciën schwarz punctirtem Thallus, an Felsen.

III. Krustenflechten. Der Thallus besitzt gewöhnlich keinen bestimmten Gesamtumriss und lässt sich oft kaum vom Substrat unterscheiden, auf welchem nur die Früchte sich bemerkbar machen.

Die zahlreichen Arten und Gattungen werden nach Gestalt und Grösse der Sporen und dem Bau des Fruchtkörpers unterschieden.

a) *Discocarpi*: das Apothecium ist von einem aus Thallussubstanz gebildeten Saum umgeben und anfangs durch diesen geschlossen bei den *Lecanoreen*, z. B. *Lecanora subfusca* an Baumstämmen gemein, oder von einem besonderen Rand umgeben, und anfangs offen bei den *Lecideaceen*, wohin z. B. die gemeine *Buellia parasema*, an Baumstämmen, *Biatora*, *Rhizocarpon geographicum*, das

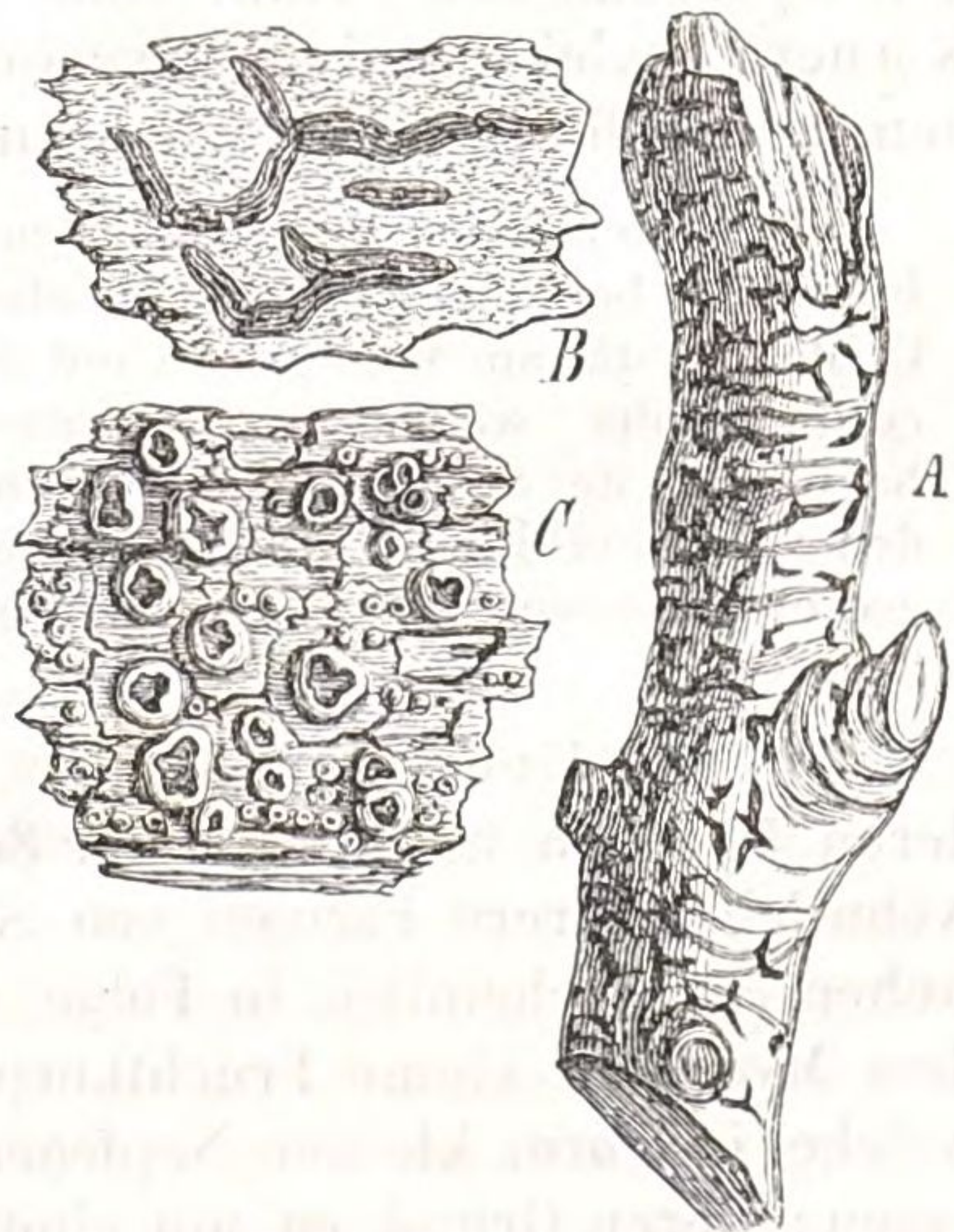


Fig. 97. Krustenflechten. A und B *Graphis elegans*. B wenig vergrössert. C *Pertusaria Wulfenii*, (wenig vergr.) (nach Sachs).

auf kieselhaltigen Gesteinen oft schwefelgelbe Krusten von kolossaler Ausdehnung bildet; die Apothecien sind von unregelmässiger, oft linienförmiger Gestalt (Fig. 97 AB) bei den *Graphideen*, deren Gonidien von rothen Chroolepuszellen gebildet werden; *Graphis scripta* gemein an Buchenstämmen. Gestielte Apothecien haben die sehr kleinen *Calicieen* (mit Rand) an Rinden, Bretterzäunen häufig, und die *Baeomyceen* (ohne Rand), *Baeomyces roseus* häufig auf Sandboden.

b) *Pyrenocarp*i. Die Perithechien sind Thalluswarzen einzeln oder zu mehreren eingesenkt (Fig. 97 C) bei *Pertusaria*; mit besonderem schwarzem Gehäuse aus dem Thallus warzenförmig vorragend bei den *Verrucarieen*.

Die Krustenflechten bewohnen in zahlreichen Arten noch die höchsten Felsen der Alpen, auf denen sonst keine Vegetation mehr gedeiht und tragen wesentlich zu deren Verwitterung bei. — An Baumstämmen finden sie sich vorzugsweise an solchen mit glatter Rinde, da sie durch die Borkebildung in ihrem Wachsthum gestört werden.

IV. Homöomerische Flechten. Die Gonidien werden von Phycochromaceen gebildet; der Thallus meist lappig von schwärzlicher Farbe, befeuchtet gallertartig weich, oder auch fädig.



Fig. 98. Eine Gallertflechte: *Collema pulposum* (wenig vergr.) (nach Sachs).

Letzteres bei *Ephebe* (in Gebirgen), welche eigentlich nur eine von Hyphen umsponnene Fadenalge (Sirostrophon) vorstellt; gallertig besonders *Collema*, in mehreren Arten (Fig. 98) auf feuchter Erde, an Felsen.

40) Die *Ustilagineen* oder Brandpilze schmarotzen im Gewebe der höheren Pflanzen.

Sie besitzen nur einerlei Sporen, welche durch Theilung der Myceliumfäden entstehen und meist dunkle, schwärzliche Farbe besitzen. Diese Sporen treten haufenweise in den vom Mycelium zerstörten Theilen, meistens Fortpflanzungsorganen der Nährpflanze auf. Viele Arten bewohnen unsere Getreidearten, deren Körner alsdann von den Sporenmassen erfüllt sind. Die Sporen keimen mit den gesunden Körnern zugleich und das Mycelium durchwuchert die junge Pflanze bis zu den jungen Blüthen, wo wiederum die Sporenbildung erfolgt.

Die wichtigsten und häufigsten Arten sind *Ustilago Carbo*, Flug- oder Russbrand, die besonders den Hafer, aber auch andere Getreidearten und Gräser befällt, *U. Maidis*, die am Mais grosse mit den Sporen erfüllte Geschwülste verursacht, *Urocystis occulta*, welche in den Blättern und Stengeln des Roggens fructificirt, *Tilletia Caries*, der Stinkbrand des Weizens, welche um so gefährlicher ist, als die mit den Sporen erfüllten Körner geschlossen bleiben und daher mit den gesunden eingeerntet werden. Zahlreiche andere Arten und Gattungen bewohnen wildwachsende Kräuter.

41) Die *Uredineen* oder Rostpilze sind ebenfalls Schmarotzer, deren Mycelien im Innern der Zellen zahlreicher Pflanzen leben, und gewöhnlich mehrere Formen von Sporen erzeugen. Bei den meisten entstehen (wahrscheinlich in Folge von Befruchtung durch Spermation) auf dem Mycelium kleine Fruchtkörper, die Aecidien (Fig. 99 Ia und A), welche in Form kleiner Näpfchen aus dem befallenen Pflanzentheile vorragen; deren Grund ist mit einer Schichte von Basidien ausgekleidet, auf deren jeder eine ganze Reihe meist röthlich gefärbter Sporen abgeschnürt wird; die Hülle dieses Fruchtkörpers wird von den peripherischen, unter

sich verwachsenen, sterilen Sporenreihen gebildet. Ausser diesen Aecidien finden sich, gewöhnlich in ihrer Begleitung, Spermogonien (Fig. 99 *I sp*)

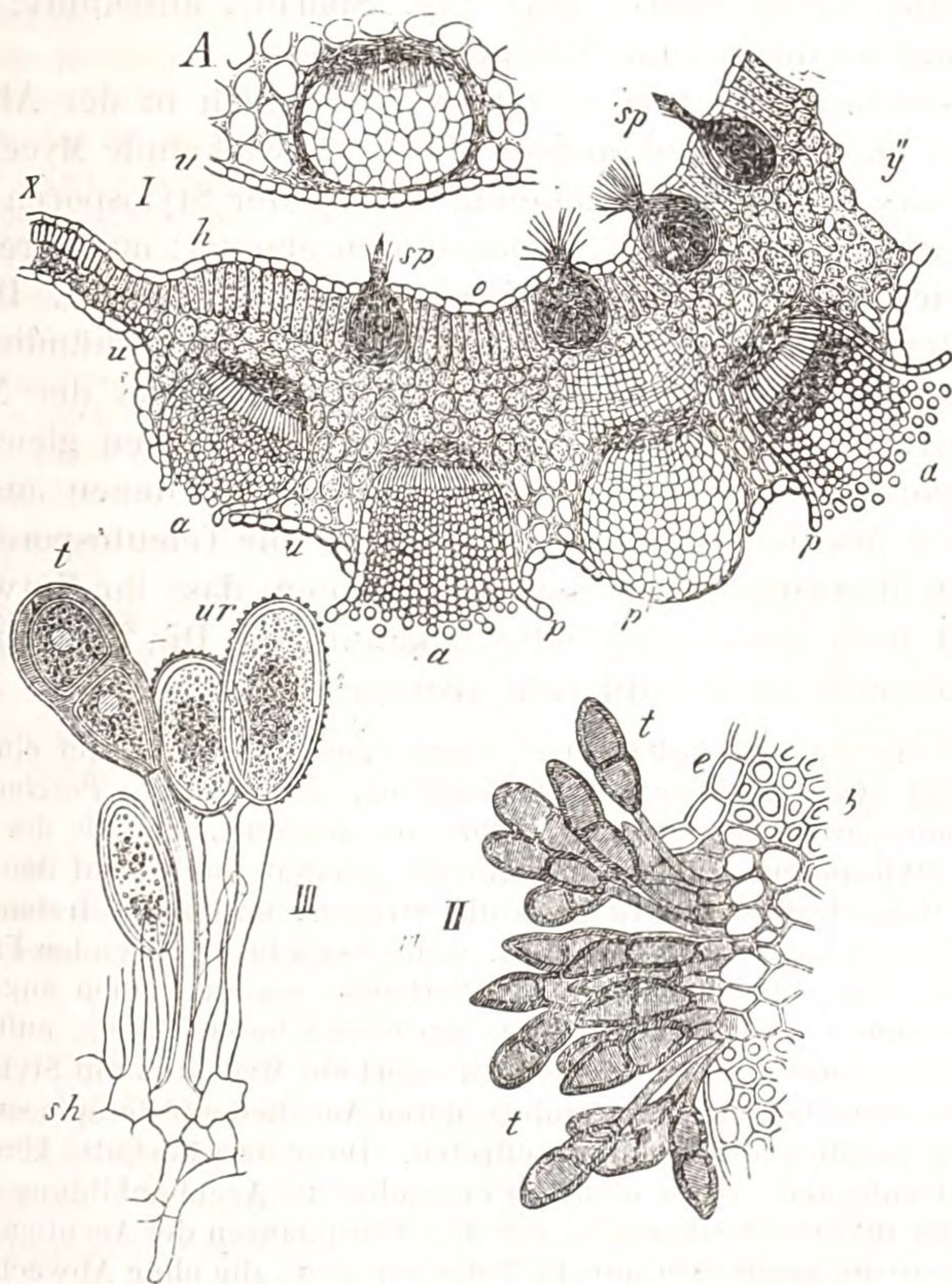


Fig. 99. *Puccinia graminis*: *I* Blattquerschnitt von *Berberis* mit Aecidien *a*; *p* deren Wand; *u* Unter-, *o* Oberseite des Blattes, das an der Strecke *u y* in Folge des Schmarotzers verdickt ist; auf der Oberseite stehen Spermogonien (*sp*). *A* ein junges noch nicht hervorgebrochenes Aecidium. *II* Teleutosporenlager (*t*) auf dem Blatt von *Triticum repens*, *e* dessen Epidermis. *III* Theil eines Uredolagers ebendort; *ur* die Uredosporen; *t* eine Teleutospore (nach Sachs).

vor, ferner, und zwar meist zu anderen Jahreszeiten, zweierlei andere Sporen, welche nur einzeln, nicht reihenweise von ihren Trägern abgeschnürt werden; auch bilden die Träger dieser Sporen kein abgeschlossenes Fruchtlager, sondern unregelmässig begrenzte Haufen, die unter der Epidermis der Nährpflanze hervorbrechen. Diese Sporen sind nun einerseits die Stylosporen oder Sommersporen (früher als besondere Pilzgattung *Uredo* betrachtet) Fig. 99 *III ur*, welche immer einzellig, meist von röthlicher Farbe sind und sofort mittels Entsendung eines gewöhnlichen Myceliumfadens keimen, um den Parasiten auf andere Individuen zu übertragen und dort in wenig Tagen von Neuem die Sporenbildung zu veranlassen. Andererseits sind es Teleutosporen oder Wintersporen, welche meist schwärzlich gefärbt, oft mehrzellig sind (Fig. 99 *III t* und *II*), und bei vielen Arten erst im Herbste entstehen, um den Winter über zu

ruhen und dann in eigenthümlicher Weise zu keimen, indem der hervorwachsende Myceliumfaden, das sog. Promycelium, sich in vier Zellen theilt, deren jede eine kleine Spore, eine sog. Sporidie abschnürt; erst diese Sporidie dringt wieder in eine Nährpflanze ein.

Diese verschiedenen Sporen treten gewöhnlich in der Abwechslung auf, dass das aus den Aecidiensporen sich entwickelnde Mycelium Stylosporen, das aus diesen hervorgehende (oft wieder Stylosporen und sofort ein paarmal wiederholt) zuletzt Teleutosporen erzeugt; aus deren Keimung geht dann wieder ein Aecidium-bildendes Mycelium hervor. Dazu kommt für viele Arten noch die Heteröcie, d. h. die Eigenthümlichkeit, dass mit diesem Wechsel der Sporenform auch ein Wechsel der Nährpflanze verbunden ist. Es besitzen jedoch nicht alle Arten den gleichen Reichtum von Sporenformen; man kennt Rostpilze, bei denen aus Aecidiensporen wieder Aecidien hervorgehen, ebenso für Teleutosporen; bei anderen ist man allerdings berechtigt, anzunehmen, dass ihr Entwicklungsgang zur Zeit noch nicht vollständig bekannt ist. Die Rostpilze gliedern sich in folgender Weise in natürliche Gruppen:

I. *Puccinieae*. Die Teleutosporen ein- oder mehrzellig, auf einzelnen freien Stielen; meist auch Aecidien und Stylosporen. Zur Gattung *Puccinia* mit zweizelligen Teleutosporen gehört vor Allem *Puccinia graminis*, (Fig. 99) der Rost des Getreides; die Stylosporen (früher *Uredo linearis* genannt) bilden auf den Blättern und Halmen der Getreidearten und Gräser rothe Streifen; im Herbste treten in ähnlichen schwarzen Streifen die Teleutosporen auf, welche erst im kommenden Frühjahre keimen und zwar nur auf den Blättern von *Berberis*, wo auf rothen angeschwollenen Stellen die Aecidien (früher als *Aecidium Berberidis* beschrieben), auftreten; deren Sporen auf Graspflanzen gelangt, erzeugen sofort ein Mycelium mit Stylosporen, den Rost. Ebenso verhalten sich *P. straminis*, deren Aecidien auf Boragineen, und *P. coronata*, deren Aecidien auf *Rhamnus* auftreten. Diese drei Rostpilze können auf Gramineen nicht auftreten, wenn nicht im Frühjahre die Aecidienbildung stattgefunden hat, sind daher in ihrem Vorkommen von den Nährpflanzen der Aecidien abhängig. — Bei *P. Malvacearum* kennt man nur die Teleutosporen, die ohne Abwechslung immer wieder teleutosporentragende Mycelien hervorbringen. — *P. Compositarum* mit den verschiedenen Sporenformen auf der gleichen Pflanze. — Von *Puccinia* ist *Uromyces* nur durch die einzelligen Teleutosporen verschieden; *U. Betae* erzeugt den Runkelrübenrost; zu einem *Uromyces* (vielleicht zu *U. Pisi* auf Papilionaceen, oder zu *U. scutellatus* auf *Euphorbia*) gehört wohl auch das Aecidium, das in den Blättern der *Euphorbia Cyparissias* auftritt, und deren auffallende Verbreiterung verursacht; das *Aecidiummycelium* perennirt hier im Rhizom der Wolfsmilch. — *Phragmidium* mit mehrzelligen Teleutosporen häufig auf Blättern der Rosen, Brombeeren u. s. w.

II. *Gymnosporangieae*. Die Teleutosporen zweizellig auf Stielen, die zu einer gallertigen Masse verbunden sind; das teleutosporenbildende Mycelium perennirt in den Zweigen von Nadelhölzern, besonders *Juniperus*arten; die Teleutosporen erscheinen im Frühjahre und keimen auf den Blättern von Pomaceen, wo im Sommer die grossen, sich charakteristisch öffnenden Aecidien auftreten. *Gymnosporangium fuscum* auf *Juniperus Sabina*, die Aecidien (*Röstelia cancellata*) auf Birnblättern; *G. clavariaeforme* auf *Juniperus communis*, die Aecidien (*R. lacerata* und *penicillata*) auf Apfel- und Weissdornblättern; *G. conicum* ebenfalls auf *J. communis*; die Aecidien (*R. cornuta*) auf Vogelbeerbäumen.

III. *Melampsoreae*. Die Teleutosporen mehrzellig, zu einem festen Lager pallisadenartig untereinander verbunden; Aecidien für die meisten nicht bekannt, wohl aber Stylosporen. *Melampsora* mit schwarzen Teleutosporenlagern, *M. salicina*, *populina*, *betulina*, *Lini* auf den entsprechenden Pflanzen. — *Calyptospora* Göp-

pertiana verursacht auffallende Anschwellungen an den Stengeln von *Vaccinium Vitis idaea*. — *Chrysomyxa abietis* mit goldgelben Teleutosporen, die Ende April auf den zweijährigen Fichtennadeln auftreten und bei der Keimung die sich eben entfaltenden Nadeln inficiren. — *Coleosporium* mit ebenfalls goldgelben Teleutosporen, auf verschiedenen Kräutern. Zu *C. Senecionis*, das auf *S. silvaticus* u. a. im Sommer (Stylosporen) und Herbst (Teleutosporen) häufig ist, gehört das *Aecidium Pini*, dessen Mycelium in den Nadeln und der Rinde der Kiefern perennirt und im Frühjahr die mit grosser weisser Hülle versehenen Aecidien trägt; neue Erkrankung von Kiefern ist nur durch die auf *Senecio* gebildeten Teleutosporen möglich.

IV. Endophylleen; nur Aecidien, die sich ohne andere Sporenformen reproduciren. *Endophyllum Sempervivi* auf den Blättern der Hauswurz.

V. Unvollständig bekannte Aecidien, die sich nicht direct reproduciren, also Teleutosporen besitzen müssen, deren Zugehörigkeit noch nicht erkannt ist; dahin *Aecidium elatinum*, das in der Rinde der Weisstanne lebt und die grossen Krebsgeschwülste, sowie die als Hexenbesen bekannten monströsen Zweige verursacht, auf deren Nadeln die Aecidienfrüchte erscheinen. — *Aec. abietinum* auf den Fichtennadeln in Gebirgen. — *Aec. strobilinum* auf den Zapfenschuppen der Fichte. — Als *Aecidium* ist auch *Caeoma* aufzufassen, dessen Fruchtlager von keiner Hülle umgeben ist; *C. pinitorquum* in den Zweigen junger Kiefern meist nur einseitig auftretend, daher diese sich krümmen.

12) Zu den Basidiomyceten gehören die meisten der grossen im gewöhnlichen Leben als Pilze oder Schwämme bezeichneten Repräsentanten der Classe. Das Mycelium kriecht meist in Form zarter weisser Fadengeflechte im Substrat verborgen, und der Theil, welcher gewöhnlich als Pilz bezeichnet wird, ist der Fruchtkörper d. h. dient zur Erzeugung der Sporen. Man glaubte, dass diese Fruchtkörper ähnlich wie die der Ascomyceten in Folge einer am Mycelium stattfindenden Befruchtung entstehen müssten; die sorgfältigsten Untersuchungen haben jedoch gezeigt, dass sie ohne sexuelle Vorgänge direct durch Auswachsen einzelner Theile des Myceliums hervorgehen. Bei der hohen Stufe der Organisation, welche diese Pilze erreichen, darf man wohl

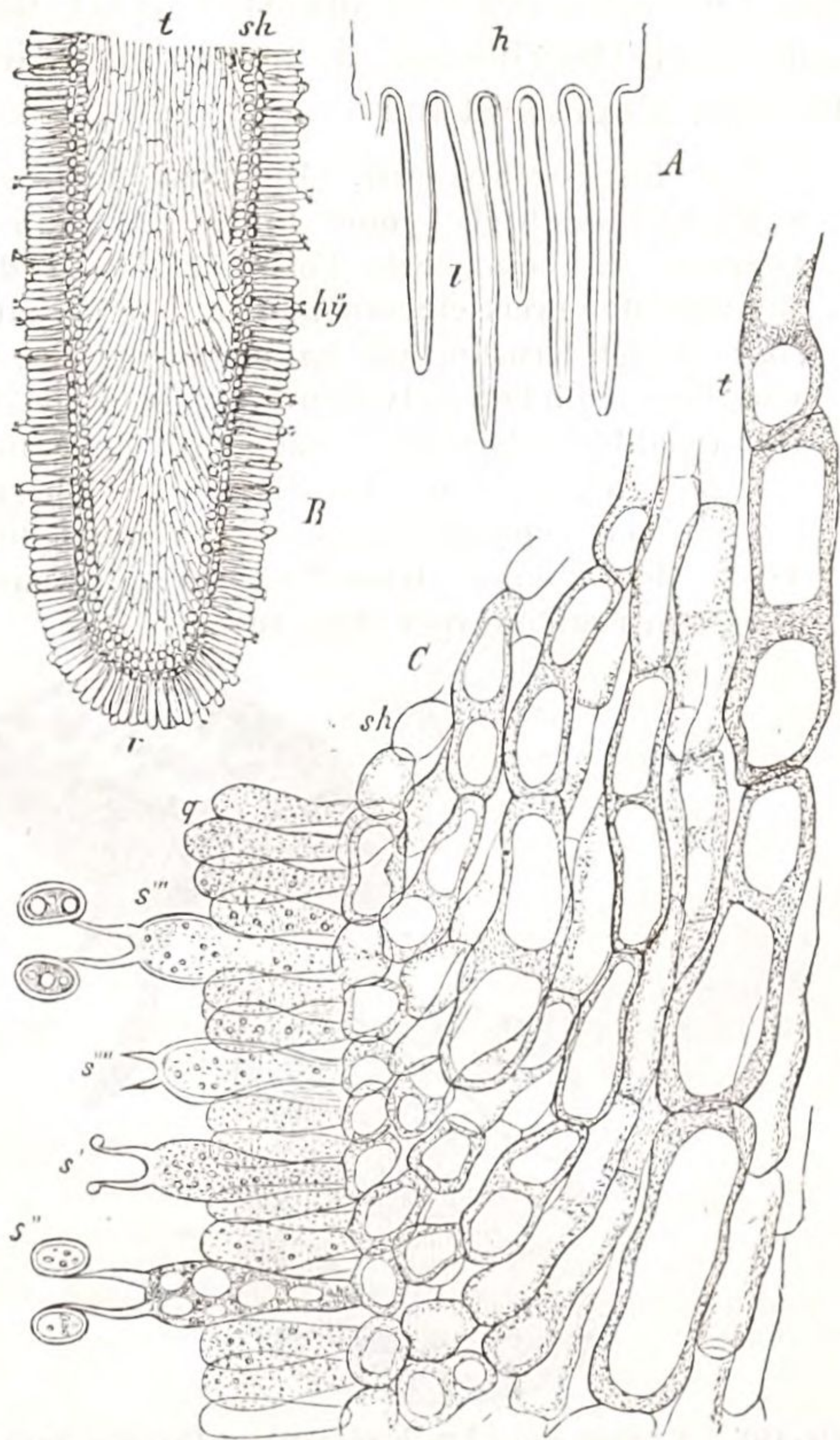


Fig. 100. *Agaricus campester*. A tangentialer Abschnitt des Hutes, die Lamellen (l) zeigend. B ein solcher Schnitt durch eine Lamelle stärker vergrössert; hy das Hymenium; t das mittlere Gewebe, Trama genannt. C ein Stück desselben Schnittes stärker (550) vergrössert. q junge Basidien und Paraphysen; s' erste Bildung der Sporen auf der Basidie; s'' und s''' weiter entwickelte Sporen; bei s''' sind die Sporen schon abgefallen (nach Sachs).

annehmen, dass die Sexualität hier wieder aus dem Entwicklungsgange verschwunden ist.

In oder an dem Fruchtkörper werden auf Basidien, die zu Hymenien vereinigt sind, die Sporen gebildet; die Basidie (Fig. 100 C) trägt an ihrer Spitze gewöhnlich vier kleine schmale Fortsätze, Sterigmen, auf deren jedem einmal eine Spore abgeschnürt wird.

a) Die Tremellinen oder Gallertpilze haben Basidien, deren Form an die Promycelien der Uredineen erinnert. Die Fruchtkörper sind gallertartig weich, auf der Oberfläche mit dem Hymenium überzogen, das zur Zeit der Sporenbildung weiss bestäubt erscheint.

Tremella mesenterica mit unregelmässig faltigem Fruchtkörper, *Exidia Auricula Judae* Hollunderschwamm, mit flachem etwa einer Ohrmuschel ähnelndem bräunlichem Fruchtkörper, u. a. nicht selten auf faulem Holze.

b) Die Hymenomyceten, deren Basidien den oben geschilderten Bau besitzen; der Fruchtkörper trägt das Hymenium an der mannigfaltig geformten Oberfläche. Je nach deren Gestalt werden die sehr zahlreichen Formen eingetheilt in:

1) Thelephoreen. Die hymenientragende Fläche ist krustenförmig auf dem Substrat ausgebreitet oder bildet die glatte Unterfläche eines hutförmigen Fruchtkörpers. Die einfachste Form ist *Exobasidium Vaccinii*, das parasitisch auf den Blättern der Preisselbeere lebt und in Gestalt weisslicher Krusten erscheint. *Corticium* bildet Krusten auf Baumrinden; *Stereum* hat hutförmige Fruchtkörper, die von oben manchen Polyporusarten (s. unten) täuschend ähnlich sind, aber eine glatte Hymenialfläche besitzen, häufig an Baumstämmen, Stöcken.

2) Clavarieen. Das Hymenium überzieht die glatte Oberfläche des cylindrischen oder keulenförmigen, oft verzweigten Fruchtkörpers; *Clavaria* in vielen Arten, besonders *C. flava* Ziegenbart, essbar mit schwefelgelbem korallenartig verzweigtem Fruchtkörper (Fig. 101 A).

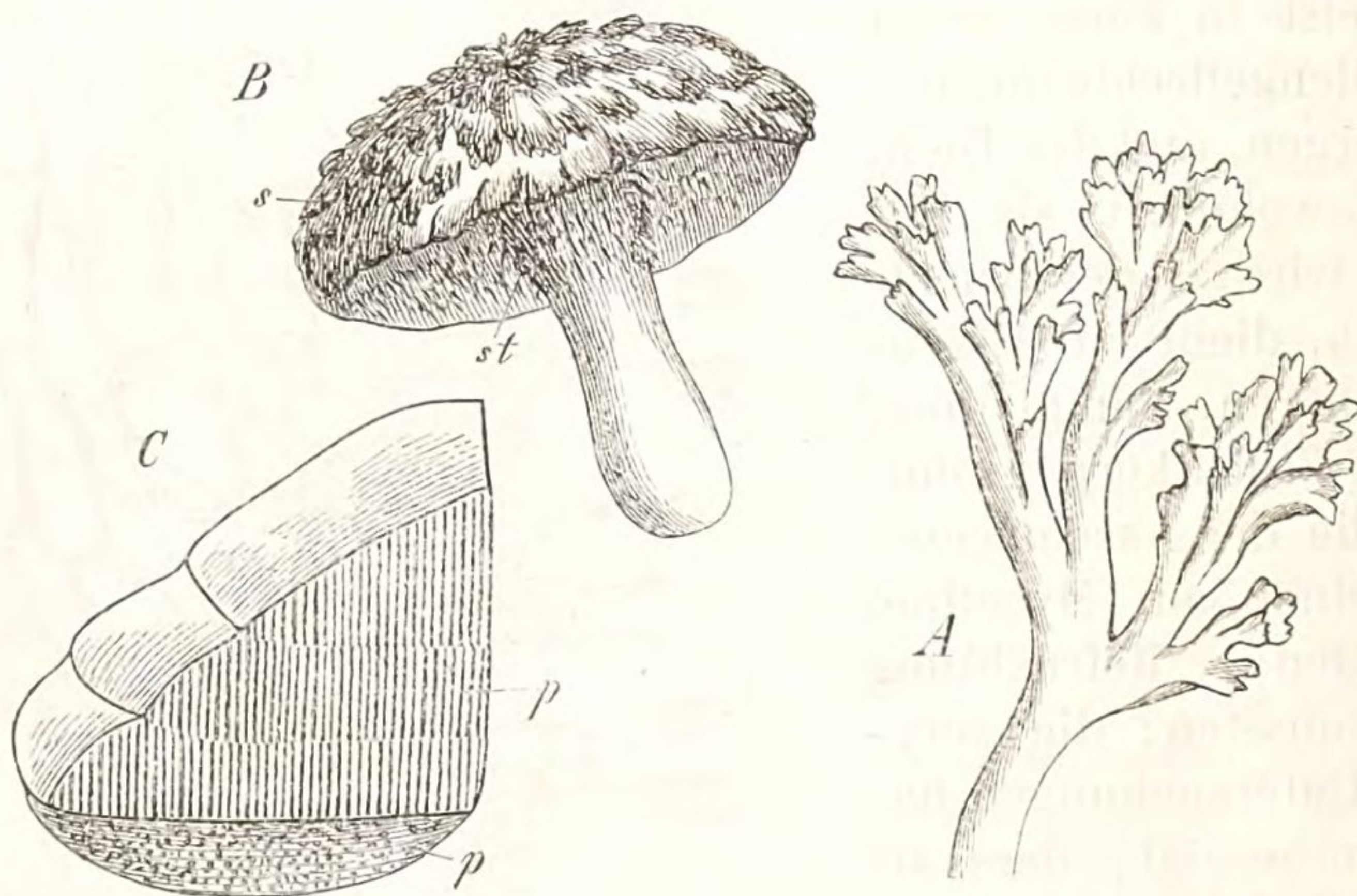


Fig. 101. A Zweig eines Fruchtkörpers von *Clavaria flava* (nat. Gr.). B Fruchtkörper von *Hydnum imbricatum*, *st* die Stacheln, *s* Schuppen der Oberseite ($\frac{1}{4}$ nat. Gr.). C Längsdurchschnitt durch den Fruchtkörper eines *Polyporus*, *p* die mit dem Hymenium ausgekleideten Röhren, auf der Unterfläche als Poren erscheinend ($\frac{1}{2}$ nat. Gr.).

3) Hydneen. Das Hymenium überzieht stachelförmige Vorragungen des Fruchtkörpers; dieser ist krusten- oder meist hutförmig, seitlich angewachsen oder gestielt.

Hydnum imbricatum Habichtschwamm, essbar und andere Arten mit fleischigem, centralgestieltem Hute (Fig. 104 B).

4) Polyporeen. Das Hymenium überzieht die Innenfläche von Röhren, welche frei oder meist zu einer Fruchtschichte fest unter sich verwachsen einen Theil des Fruchtkörpers bedecken. *Polyporus* und *Trametes* besitzen meist seitlich angewachsene, oft hufförmig gestaltete Fruchtkörper (Fig. 104 C). *P. fomentarius* dient zur Bereitung des Feuerschwammes, *P. officinalis* ist officinell als Fungus Laricis; das Mycelium von *Trametes Pini* wächst im Kernholz der Kiefer und verursacht dessen Fäulniss; *T. radiciperda* in den Wurzeln und unteren Stammtheilen der Kiefer und Fichte, deren Absterben verursachend. — *Daedalea*, deren Röhren in Form labyrinthischer Gänge untereinander anastomosiren, an alten Eichen. — *Merulius lacrimans*, der Hausschwamm, das Mycelium überzieht und zerstört das Gebälk der Häuser. — *Boletus* mit fleischigem, central gestieltem Hut, dessen Fruchtschichte sich sehr leicht abziehen lässt, häufig in essbaren (*B. edulis*, Steinpilz, *B. scaber*, Kapuzinerpilz) und giftigen (*B. Satanas* u. a.) Arten.

5) Agaricinen. Das Hymenium überzieht lamellenartige Vorsprünge des Fruchtkörpers, der meist die Gestalt eines gestielten oder sitzenden Hutes besitzt; die gestielten Hüte sind entweder von Anfang an völlig unbedeckt, oder sie sind anfangs in Hüllen eingeschlossen, welche nach der völligen Entwicklung als besondere Anhängsel erhalten bleiben; eine Hülle, welche den ganzen Hut sammt Stiel einschliesst und nach der Entfaltung wie eine Scheide die Stielbasis umgibt (z. B. *Amanita*), heisst Velum universale (Fig. 102 A, B, v); dagegen bedeckt das Velum parziale nur die mit Lamellen besetzte Unterfläche des Hutes und bildet nach dessen Entfaltung entweder vom Rand herabhängende Fetzen oder einen Ring um den Stiel (Fig. 102 C, a, z. B. *Agaricus campester*, *procerus*); beim Fliegenschwamm *Amanita muscaria* kommen beide Arten von Velum gemeinschaftlich vor. Ausser diesen augenfälligen Charakteren ist für das Erkennen der Arten noch die Sporenfarbe wichtig; dieselbe wird constatirt, indem man den Fruchtkörper auf weisses oder schwarzes Papier legt, das sich alsbald mit den abfallenden Sporen bedeckt.

Die grosse Gattung *Agaricus*, Blätterpilz, ist neuerdings in mehrere Gattungen gespalten worden. Bei *Coprinus* zerfließt der Fruchtkörper alsbald zu einer schwarzen schmierigen Flüssigkeit; *Lactarius* enthält Milchsaft. Bei *Cantharellus* ziehen sich die Lamellen weit am Stiel herab. Von essbaren Arten seien erwähnt: *Cantharellus cibarius*, *Lactarius deliciosus*, *Agaricus campester* Champignon, *A. procerus*, Parasolschwamm mit verschiebbarem Ring, *A. caesareus*; von giftigen: *Lactarius torminosus*, *Agaricus* (*Amanita*) *muscaria* Fliegenschwamm. — *A. melleus* Hallimasch hat ein eigenthümliches zu festen, aussen schwarzglänzenden Strängen verflochtenes Mycelium (frühere Pilzgattung *Rhizomorpha*), das in der Rinde von Bäumen lebt und junge Nadelholzpflanzen (besonders Kiefern und Fichten) tödtet; durch ausläuferartige Zweige wächst es in der Erde weiter, um zu anderen Baumwurzeln zu gelangen.

Andere Gattungen haben Fruchtkörper von härterer, lederiger oder holziger Consistenz, die meist an altem Holze leben, so *Panus* mit excentrisch gestieltem kleinem

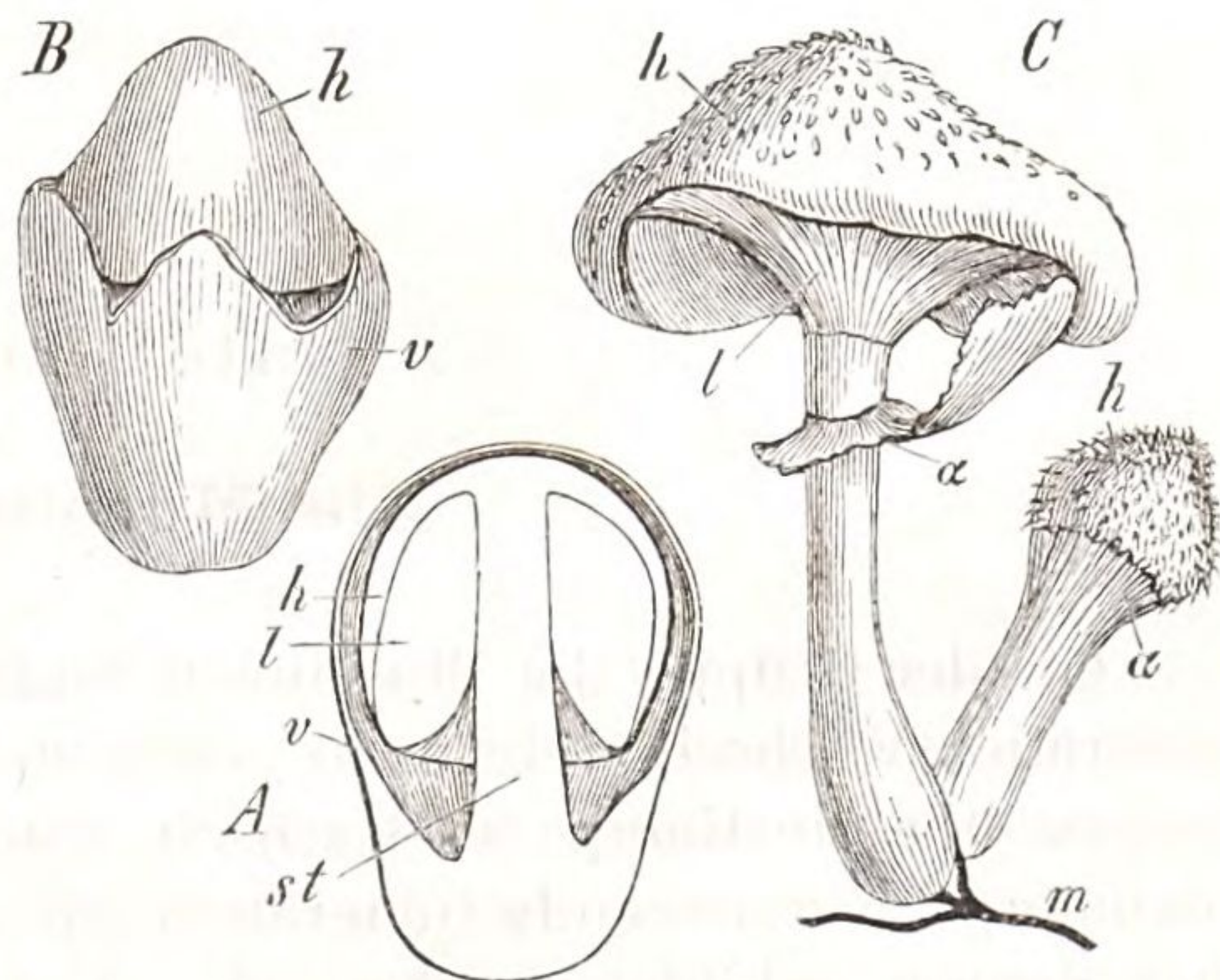


Fig. 102. A Jugendzustand des *Agaricus vaginatus*, v das Velum universale, st Stiel, h Hut, l Lamellen; B etwas vorgeschrittener, das Velum v aufgerissen; C *Agaricus melleus*, m Mycelium, a der Ring entstehend aus dem Velum parziale ($\frac{1}{2}$ nat. Gr.).

Hüte, *Lenzites* mit seitlich sitzendem Hüte, *Marasmius*, dessen kleine zierliche Hüte häufig auf abgefallenen Fichtennadeln erscheinen.

c) Bei den *Gastromyceten* oder *Bauchpilzen* ist das Hymenium im Innern des Fruchtkörpers eingeschlossen; dessen inneres Gewebe bildet zahlreiche Hohlräume oder Kammern, deren Zwischenwände als Trama bezeichnet werden. Das Hymenium überkleidet, der Trama aufliegend, die Innenwände der Kammern. Mit der Fruchtreife vollziehen sich meist weitgehende Veränderungen dieser inneren Gewebe; die Aussenschichte oder Peridie des Fruchtkörpers ist meist in zwei Lagen gesondert; je nach den Veränderungen des inneren Gewebes und der Beschaffenheit der Peridie unterscheidet man:

1) Die *Hymenogastreen*, deren Kammern und Hymenium erhalten bleiben; trüffelähnliche, unterirdische Pilze.

2) Die *Lycoperdaceen* oder *Staubpilze*; von dem inneren Gewebe bleiben nur einzelne starke Fäden der Trama, das *Capillitium* und dazwischen die isolirten Sporen übrig. Bei *Lycoperdon* schuppt sich die äussere Peridie ab, die innere reisst an der Spitze auf und entlässt die Sporenmasse als Staubwolke. — Bei *Geaster* reisst die äussere Peridie sternartig auf und schlägt sich zurück; die innere öffnet sich mit einem Loch an der Spitze.

3) Die *Nidularieen* haben becherförmige Fruchtkörper, in welchen die Kammern sich zu einzelnen kleinen harten Körpern isoliren; *Crucibulum* und *Cyathus* nicht selten auf faulem Holz.

4) Die *Phalloideen*; hier hebt sich nach Aufreissen der dreischichtigen Peridie das gesammte innere Gewebe auf einem Stiel empor und zerfliesst zu einem übelriechenden Schleim, der die Sporen enthält. *Phallus impudicus*, Giftmorchel, in Gebüsch.

Zweite Gruppe.

Die Muscineen.

Bei der Gruppe der Muscineen finden wir einen scharf ausgeprägten Generationswechsel, welcher in gewissen Momenten mit dem der folgenden Gruppe übereinstimmt; es wechselt nämlich eine geschlechtliche, d. h. Sexualorgane erzeugende Generation mit einer ungeschlechtlichen, in welcher Sporen gebildet werden, ab. Aus der keimenden Spore entwickelt sich, in einzelnen Fällen direct, in den meisten durch Vermittelung eines sogenannten Vorkeims oder *Protonemas* die Geschlechtsgeneration in Form eines morphologisch gegliederten Vegetationskörpers, der Moospflanze, welche nur bei den niederen Formen ein Thallus, bei allen anderen aber ein beblätterter Stamm ist und die Sexualorgane in beliebiger Wiederholung erzeugen kann. Aus jeder befruchteten Eizelle geht ein Individuum der ungeschlechtlichen Generation hervor, welches mit der ursprünglichen Moospflanze äusserlich in Zusammenhang bleibt und die Form einer ge-

stielen Kapsel besitzt, gewöhnlich als Moosfrucht bezeichnet. Diese bildet ohne Verzweigung oder Wiederholung die Sporen und schliesst mit deren Reife ihre Lebensthätigkeit ab.

Da die Moospflanze in Stamm und Blatt gegliedert ist, aber noch keine ächten Wurzeln und Gefässe besitzt, so nimmt die Gruppe den niedrigsten Platz unter den Cormophyten und zugleich den höchsten unter den Zellenpflanzen ein.

Wie bei allen höheren Kryptogamen heissen die männlichen Sexualorgane Antheridien, die weiblichen Archegonien.

Die Antheridien sind kurz- oder langgestielte Gewebekörper von kugeliger, eiförmiger oder keulenförmiger Gestalt (Fig. 103), deren äusserste Zellschicht eine sackartige Wandung bildet, während die inneren sehr kleinen und zahlreichen Zellen in sich je ein Spermatozoid entwickeln. Indem die sackartige Wandung des reifen Antheridiums unter Zutritt von Wasser an ihrem Scheitel aufreisst, gelangen die Mutterzellen der Spermatozoiden nach aussen und entlassen hier erst die letzteren. Diese (Fig. 103 c) besitzen die Form von schraubig gewundenen Fäden mit dickerem Hinterende und bewegen sich mittels zweier am vorderen Ende sitzender zarter Cilien in dem Wasser, welches die capillaren Zwischenräume zwischen den Moosblättern und Rasen gelegentlich durchtränkt.

Die Archegonien (Fig. 104) sind von flaschenförmiger Gestalt, d. h. über ihrer Basis bauchartig erweitert und oben in einen langen Hals auslaufend. Bauch und Hals sind von einer axilen Zellreihe durchzogen; deren unterste und grösste Zelle bildet die Eizelle; die Reihe der übrigen wird als Kanalreihe bezeichnet. Diese verwandelt sich kurze Zeit vor der Befruchtung in eine Schleimmasse; die obersten Zellen des Halses, die Deckelzellen (*m*) weichen aus einander und die Spermatozoiden dringen durch diese Oeffnung eintretend im Kanal bis zur Eizelle vor, welche sich in Folge der Befruchtung mit einer Membran umgibt.

Die Sexualorgane stehen öfters einzeln, sehr häufig aber in Gruppen vereinigt, welche bald blos aus Antheridien oder Archegonien, bald aber auch aus beiden gemengt bestehen. Diese Gruppen, auch wohl Moosblüthen genannt, werden bisweilen von besonderen Hüllen (Involucrum und Perianthium) umgeben. Als Paraphysen bezeichnet man Haargebilde, welche in diesen sog. Blüthen sich an der Basis der Sexualorgane vorfinden.

Aus der befruchteten Eizelle entwickelt sich sofort die zweite, Sporenbildende, Generation, das Sporogonium. Wenn sich dasselbe an seiner



Fig. 103. A Aufplatzendes Antheridium von *Funaria hygrometrica*, a die Spermatozoiden (350); B letztere stärker vergrössert, c freies Spermatozoid von *Polytichum* (800) (nach Sachs).

Basis auch mehr oder weniger in das Gewebe der Moospflanze einbohrt (Fig. 105 C) und auch von dieser ernährt wird, so stehen die beiderseitigen Zellen dennoch in keinem organischen Zusammenhange. Die Wandung

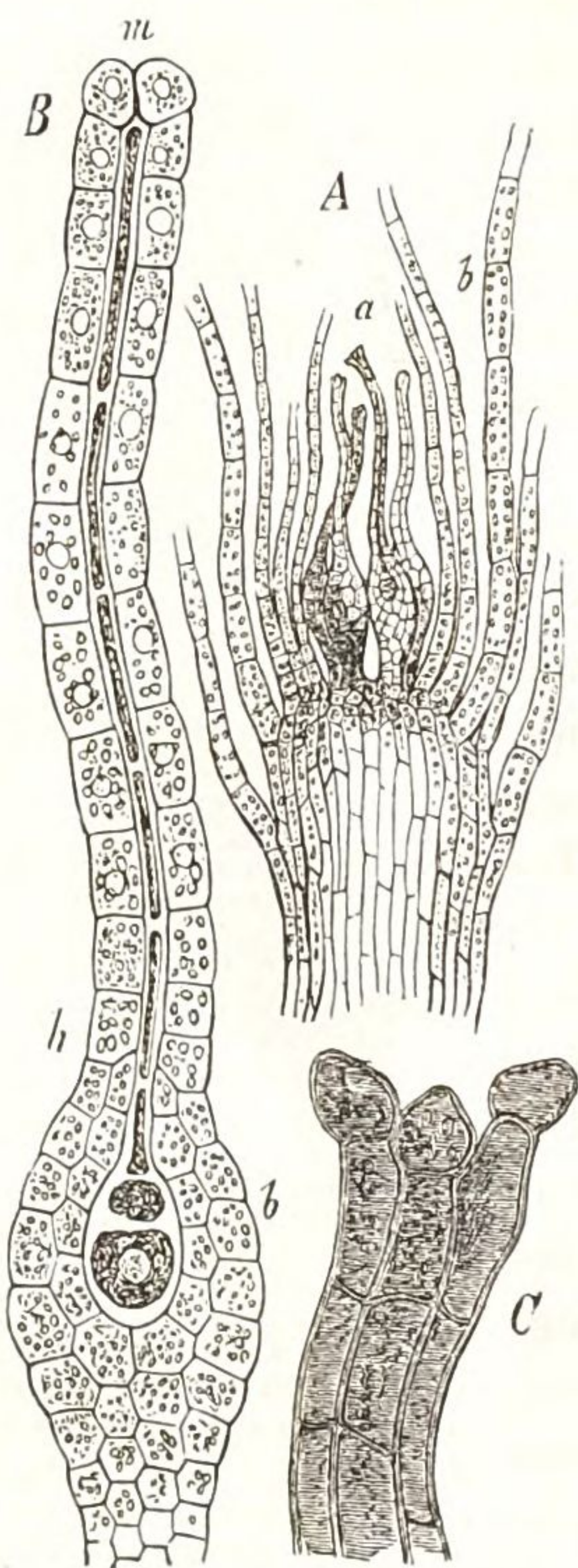


Fig. 104. Archegonien von *Funaria hygrometrica*; A auf dem Gipfel des Stämmchens sitzend (a); b Blätter (100); B ein einzelnes (550), b der Bauch, h der Hals, m die noch geschlossene Mündung; C die geöffnete Mündung eines befruchteten Archegoniums (nach Sachs).

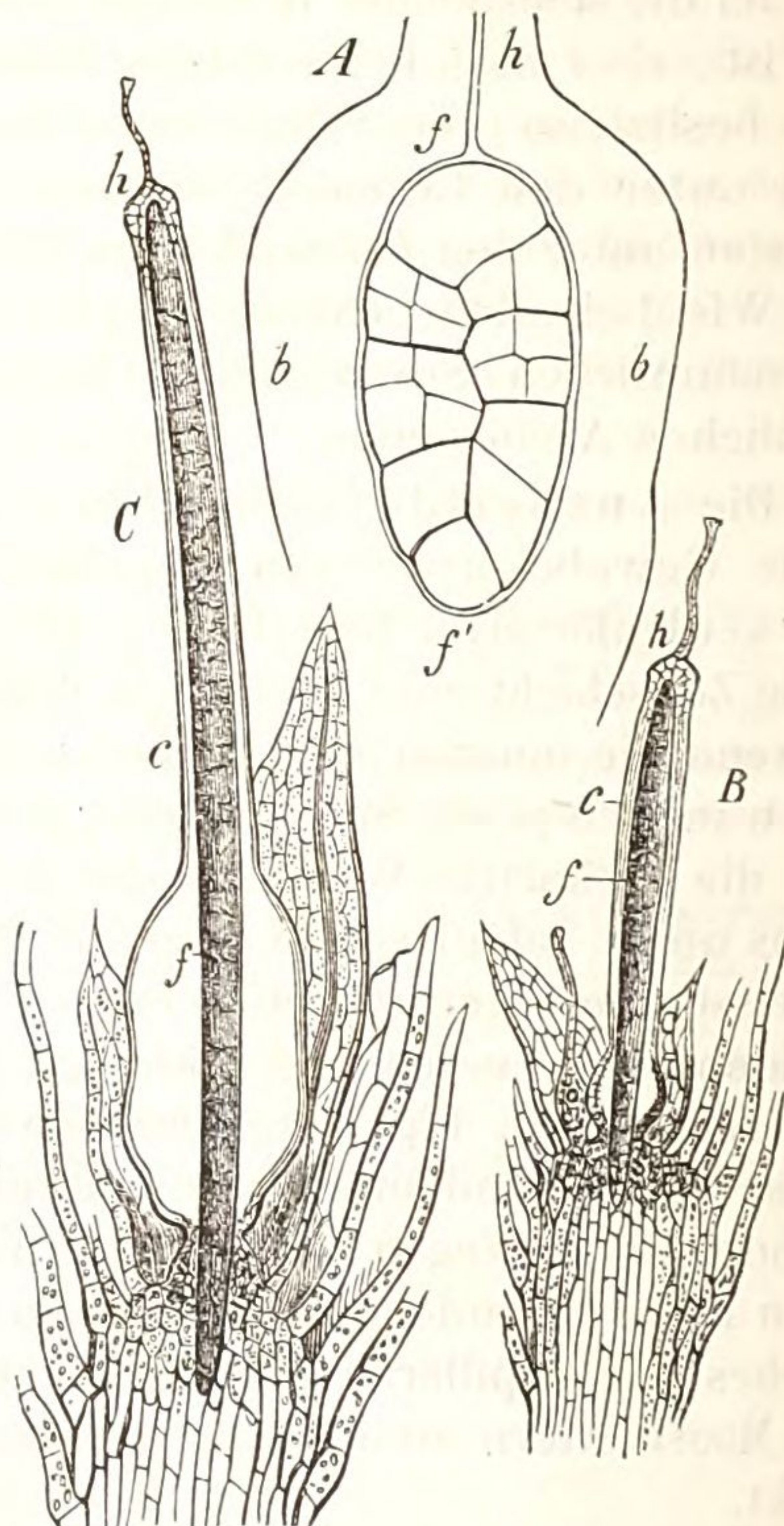


Fig. 105. Entwicklung der Kapsel von *Funaria hygrometrica*. A die Eizelle hat sich im Bauch des Archegoniums (b) in einen Gewebekörper (ff) verwandelt (500). B dieser wächst (f) umgeben vom mitwachsenden Archegoniumbauch c, auf dessen Spitze noch der Hals h sitzt; C noch weiter entwickelt (40) (nach Sachs).

des Archegoniumbauches, in welchem sich die Eizelle zum Sporogonium entwickelt, wächst noch eine Zeit lang fort und umgibt, Calyptra genannt, das junge Sporogonium (Fig. 105 c, h); später zerreisst sie in nach den Classen verschiedener Weise, so dass ihre Reste entweder an der Basis oder auf der Spitze des Sporogoniums hängen.

Das Sporogonium erhält früher oder später die Form einer mehr oder weniger langgestielten Kapsel; bestimmte Gewebeschichten derselben erzeugen durch Viertheilung ihrer Zellen die Sporen; bei den Laubmoosen und den Anthoceroteen bleibt in der Mitte der Kapsel eine Gewebemasse, die Columella übrig, welche nicht zur Sporenbildung verbraucht wird. Bei vielen Lebermoosen werden andererseits einzelne Zellen des Sporenbildenden Gewebes nicht zu Sporen, sondern zu Schleuderzellen,

Elateren, welche meistens eine nach innen vorspringende spiralige Wandverdickung besitzen. Die Sporen werden nur selten durch Verwesung der Kapselwand frei; meistens springt die Kapsel auf, entweder in Klappen von der Spitze zur Basis, oder unregelmässig, oder indem die obere Partie der Wandung deckelförmig abspringt; bei den meisten Laubmoosen aber springt ein Deckel ab, welcher schon von vornherein anders gebaut ist, als die übrige Kapsel.

Die Sporen sind kugelig oder tetraedrisch; ihre Membran besteht, wie auch bei denen der nächstfolgenden Gruppe, aus zwei Schichten, einer äusseren derberen, dem Exosporium, und einer inneren zarteren, dem Endosporium; bei der Keimung platzt das Exosporium und die vom Endosporium umschlossene Zelle wächst (Fig. 106 A) und theilt sich, wo-

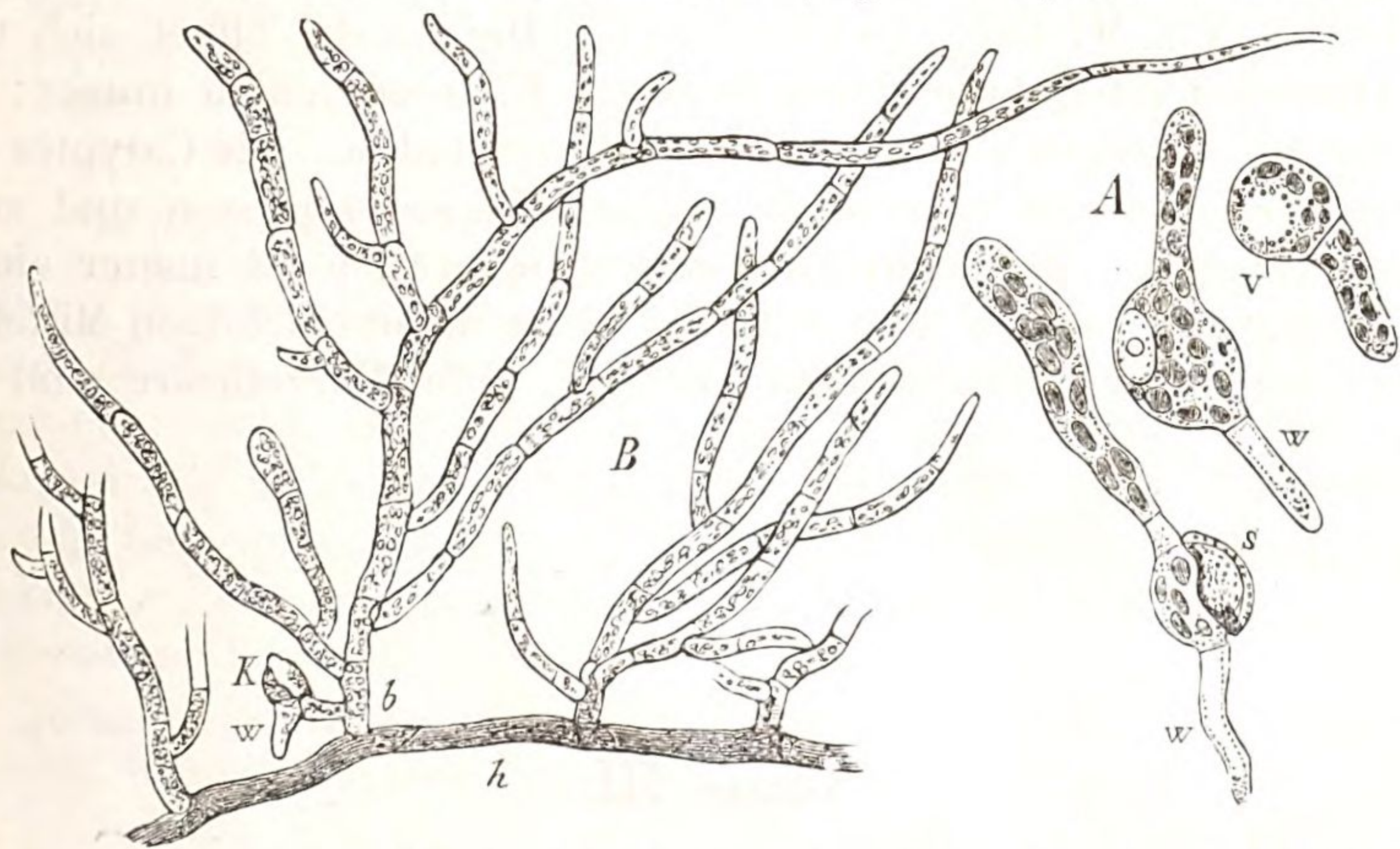


Fig. 106. A keimende Sporen von *Funaria hygrometrica*, w Wurzelhaar, s Exosporium (550). B Theil eines Protonemas, k Anlage eines beblätterten Stämmchens mit Wurzelhaar w (90) (nach Sachs).

durch in den meisten Fällen die Bildung des Protonemas, eines Geflechtes von chlorophyllhaltigen Zellreihen oder einer grünen Zellfläche eingeleitet wird. Die Zellreihen des Protonemas sind theils unbegrenzte (Fig. 106 B h), theils begrenzte Seitengebilde (Fig. 106 B, b); es stellt somit dasselbe die Moospflanze in ihrer einfachsten Gestalt vor. Dies zeigt sich am deutlichsten in den Fällen, wo es an seinem Scheitel unmittelbar in die Moospflanze übergeht. Häufiger jedoch erfolgt dieser Uebergang durch Seitenknospen (Fig. 106 B K), welche an der Basis der begrenzten Seitenfäden entspringen.

Die Verzweigung der Moospflanze ist niemals axillär, sondern die Seitenzweige stehen gewöhnlich neben oder unter den Blättern.

Die Moospflanze besitzt bei sehr vielen Repräsentanten vegetative Vermehrungsorgane, gewöhnlich Brutknospen genannt. Auch ausser diesen besonderen Organen besitzt sie in hohem Grade die Fähigkeit, sich auf vegetativem Wege auszubreiten durch Verzweigung und Rasenbildung; ja viele der häufigsten und massenhaft auftretenden Formen (z. B. *Hylocomium triquetrum*) erhalten sich vorzugsweise durch derartige Vervielfältigung und gelangen nur selten zur Befruchtung und Erzeugung von Kapseln.

Die Gruppe zerfällt in zwei Classen, welche sich hauptsächlich durch folgende Merkmale unterscheiden.

Classe III. *Hepaticae*, Lebermoose. Die Kapsel öffnet sich nie durch Abspringen eines besonderen Deckels, sondern vierklappig, zweiklappig, unregelmässig, durch Abwerfen der oberen Wandpartie oder gar nicht. Zwischen den Sporen finden sich bei den meisten Ordnungen Elateren, eine Columella kommt nur bei den Anthoceroteen vor. Die Sporen reifen, solange die Kapsel noch in der Calyptra eingeschlossen ist. Letztere bleibt zerrissen an der Basis der Kapsel hängen. Die Pflanze der ersten Generation ist ein Thallus, oder ein beblätterter Stengel, dessen Blätter vollkommen einschichtig sind; sie ist immer bilateral; die Wurzelhaare sind einzellig.

Classe IV. *Musci*, Laubmoose. Die Kapsel öffnet sich meist durch Abwerfen eines besonderen Deckels; Elateren fehlen immer; eine Columella ist (wenigstens anfangs) immer vorhanden. Die Calyptra wird meistens lange vor der Sporenreife von der Kapsel zerrissen und mit in die Höhe gehoben. Die Pflanze der ersten Generation ist immer ein beblätterter Stengel, dessen Blätter häufig einen mehrschichtigen Mittelnerv besitzen; sie ist gewöhnlich nicht bilateral. Die Wurzelhaare sind Zellreihen.

Classe III.

Hepaticae, Lebermoose.

Die Kapsel öffnet sich meist vierklappig; Elateren mit spiraligen Verdickungen sind fast stets vorhanden, aber meist keine Columella; die Calyptra bleibt an der Basis der Kapsel zurück.

Die Pflanze der ersten Generation ist bei einigen dieser Classe angehörigen Formen ein wirklicher blattloser Thallus, bei anderen ein thallusähnlicher, mit kleinen schuppenförmigen Blättern besetzter Stamm; noch andere endlich besitzen einen mit grünen Blättern reich besetzten Stengel; erstere beide werden zusammen als frondose bezeichnet, letztere als foliose. Die frondosen Pflanzen sind ihrer Unterlage dicht angeschmiegt und besitzen dem entsprechend zwei von einander verschiedene Seiten, eine chlorophyllreiche Oberseite, welche meist mit einer deutlichen Epidermis ausgestattet ist, und eine chlorophyllarme Unterseite, welche allein Wurzelhaare erzeugt. Auch die foliosen kriechen häufig auf ihrer Unterlage und zeigen entsprechend verschiedene Anordnung und Form der Blätter. Die Blätter sind überhaupt im Zusammenhang mit dem bilateralen Bau in der ganzen Classe von zweierlei Art: Unterblätter, welche an der dem Substrat zugewendeten Seite des Stammes stehen und meist wenig

entwickelt sind; sie sind bei den frondosen Formen (soweit diese überhaupt Blätter tragen) allein vorhanden; bei den foliosen kommen zu diesen Unterblättern (dann Amphigastrien genannt) noch 2 Reihen von Seitenblättern, welche zu beiden Seiten der Stammoberseite entspringen.

Diese Classe enthält vier Ordnungen:

Ordnung 1. Riccieae.

Die Archegonien und Antheridien stehen einzeln auf der Oberseite des thallusähnlichen Stammes, welcher eine Reihe später zerreissender Unterblätter trägt. Die Kapsel ist kugelig, meist ungestielt, enthält keine Elateren und springt nicht auf.

Riccia fluitans mit schön dichotomisch verzweigtem Stamm, *R. natans* mit breitem lappigem Stamm finden sich zuweilen in Wässern; *R. glauca* und andere Arten auf Aeckern.

Ordnung 2. Anthocerotae.

Der chlorophyllreiche, unregelmässig verzweigte Thallus, in dessen Oberseite die Archegonien eingesenkt sind, kriecht am Boden hin. Die Kapsel (Fig. 107 *K*) ist lang und schmal, schotenförmig und springt von der Spitze an in zwei Längsklappen auf; sie enthält eine Columella und spiralbandlose Elateren.

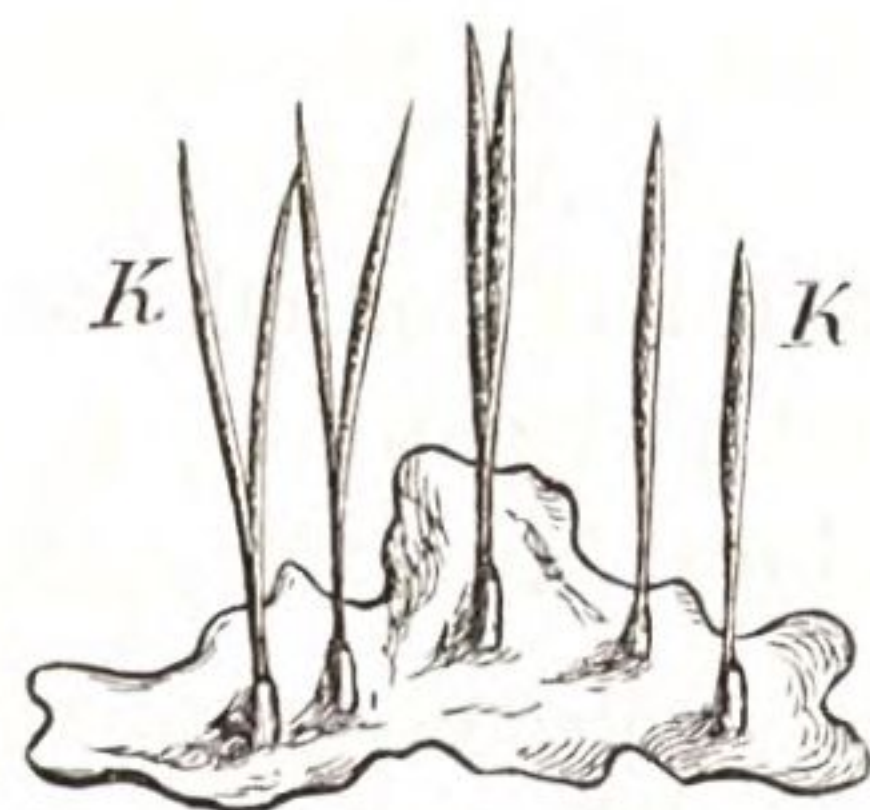


Fig. 107. *Anthoceros laevis* (nat. Gr.); *K* die Kapseln, theilweise noch ungeöffnet.

Anthoceros laevis (Fig. 107) und *punctatus* finden sich auf lehmigen und sandigen Aeckern, Waldblößen, nicht häufig, aber gewöhnlich in grosser Menge.

Ordnung 3. Marchantieae.

Die Archegonien und Antheridien stehen meist je in Gruppen vereinigt auf besonderen aufrechten, schirm- oder hutförmigen Zweigen (Fig. 108 *A*, *hu*) des thallusähnlichen Stammes, welcher auf der Unterseite zwei Rei-

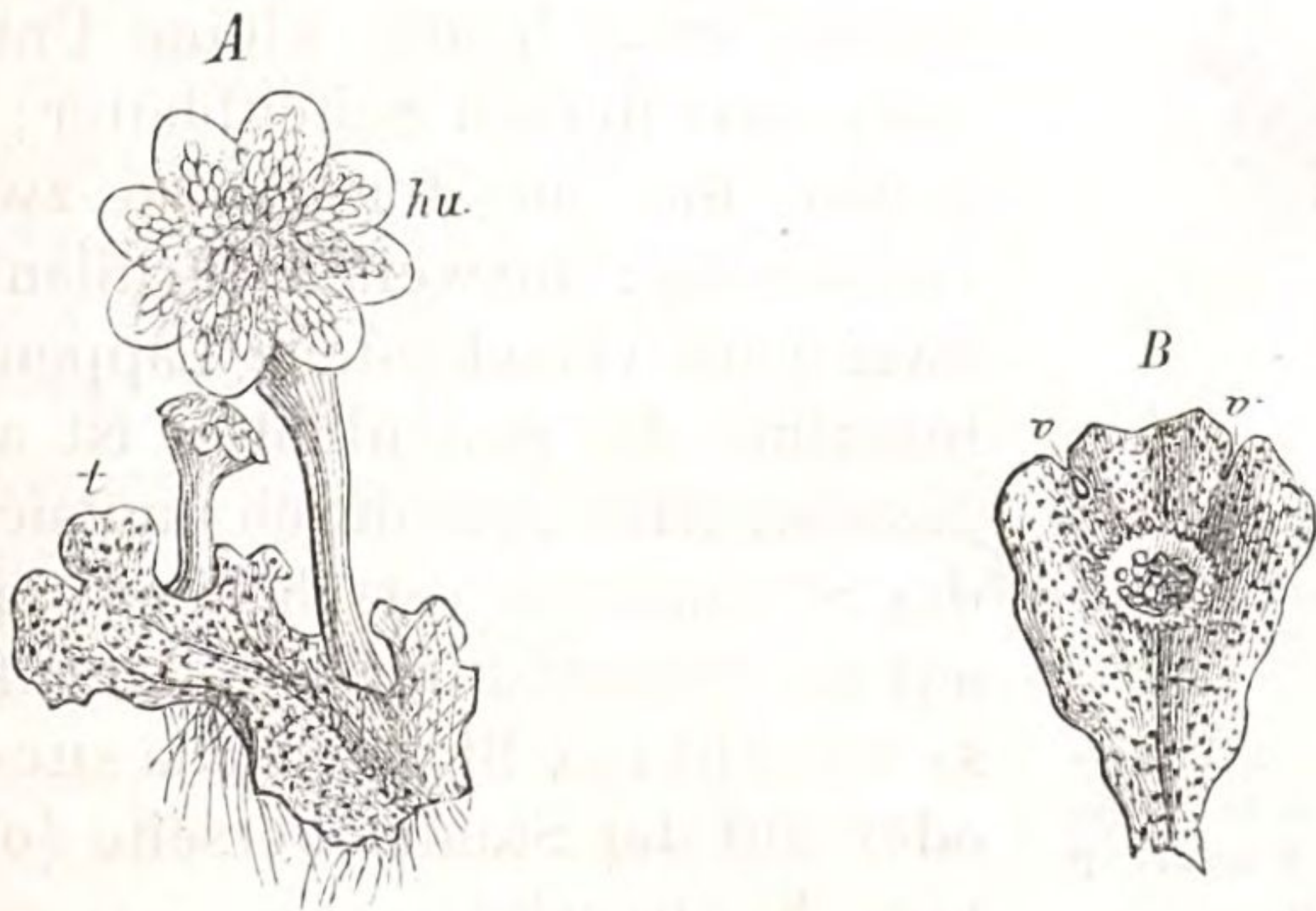


Fig. 108. *A* ein Stammstück von *Marchantia polymorpha* (*t*) mit aufrechtem männlichem (d. h. Antheridien tragendem) Hut (*hu*). *B* Stammstück mit Brutknospenbehälter, *vv* Scheitel der beiden Gabelsprosse (nach Sachs).

hen schuppenförmiger Unterblätter und viele Wurzelhaare trägt, auf der Oberseite mit zahlreichen grossen Spaltöffnungen bedeckt ist. Die Kapsel enthält Elateren, öffnet sich unregelmässig oder vierklappig oder durch Abwerfen des oberen Theils der Wandung.

Marchantia polymorpha, welche sehr gemein an Wegen, Mauern, in Torfgräben ist, hat einen dicken kriechenden, dichotomisch verzweigten Stamm. Die Anthridien stehen auf der Oberseite schirmartiger Zweige (Fig. 108 A *hu*), die Archegonien auf der Unterseite ähnlicher strahliger Schirme. Ausserdem trägt der Stamm auf seiner Oberseite becherartige Brutknospenbehälter (Fig. 108 B). — Aehnlich sind *Fegatella conica* mit konischem, *Reboulia hemisphaerica* mit halbkugeligem Hut, an Felsen und feuchten Mauern, besonders in Gebirgsgegenden.

Ordnung 4. Jungermannieae.

Die Kapsel springt in vier Klappen auf von der Spitze zur Basis; Elateren sind vorhanden.

a) *Anakrogynae*. Die Archegonien stehen nicht am Scheitel, sondern auf der Oberseite des Thallus oder Stammes; sie sind von einem Involucrum, d. h. einer vom Stamme oder Thallus gebildeten Hülle umgeben; meist frondos.

Metzgeria furcata mit schmalen dichotomisch verzweigtem einschichtigem Thallus, der von einem mehrschichtigen Mittelnerven durchzogen wird, wächst sehr häufig an Baumstämmen, fructificirt aber selten. — *Pellia epiphylla* mit mehrschichtigem breitem Thallus, nicht selten an Quellen, feuchten Felsen u. dgl. — *Aneura pinguis* und andere Arten an ähnlichen Orten. — *Blasia pusilla* mit thallusähnlichem Stamm, welcher kleine Unterblätter und zwei Reihen Seitenblätter trägt; letztere sind aber nicht quer, sondern der Länge nach am Stamm inserirt; sie findet sich auf feuchten Aeckern, an Grabenrändern.

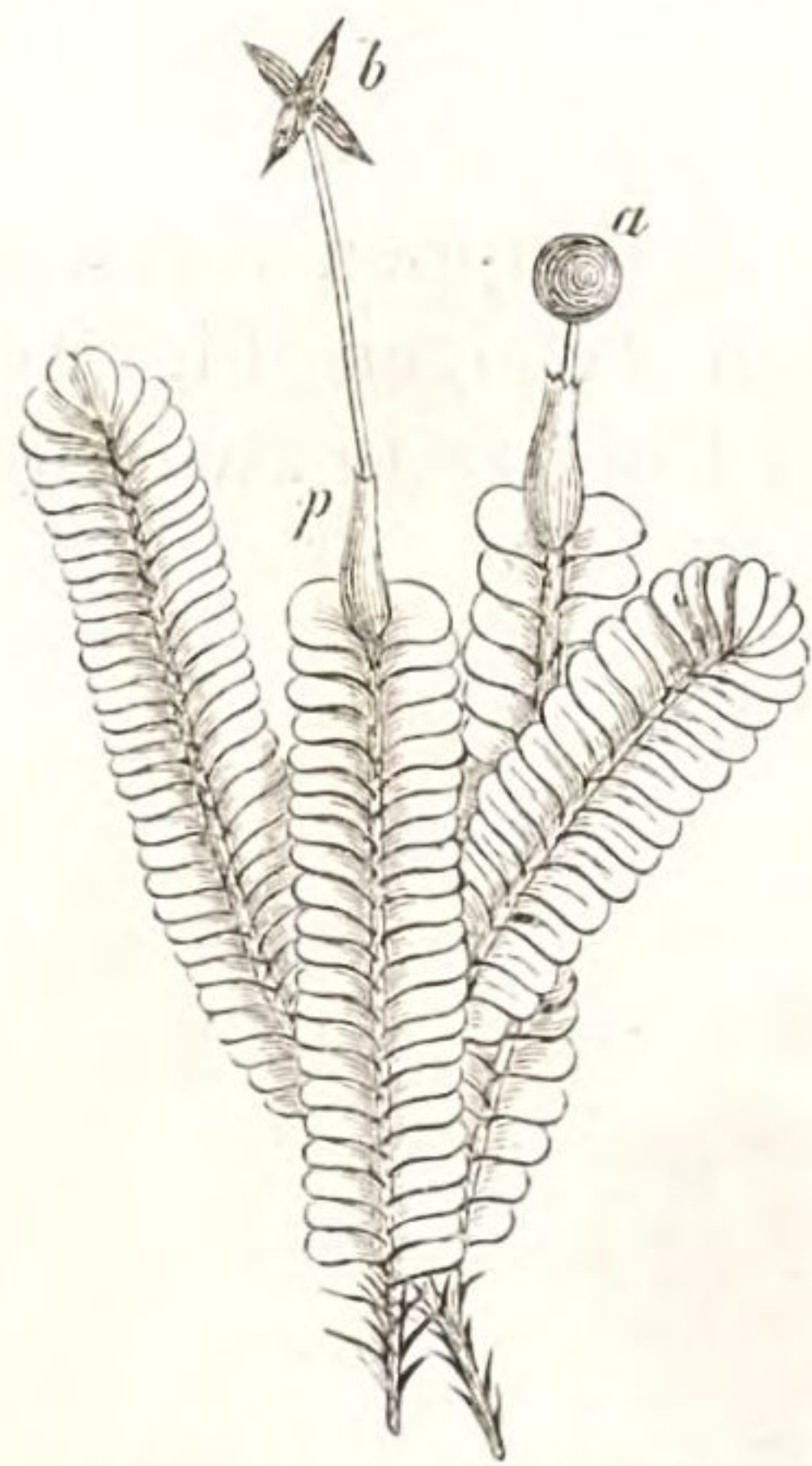


Fig. 109. Stämmchen von *Plagiochila asplenioides*; *a* eine reife, *b* eine aufgesprungene Kapsel; *p* das Perianthium.

b) *Akrogynae*. Die Archegonien stehen am Scheitel des Stammes oder bestimmter Seitenzweige desselben und werden von einem Perianthium, d. h. einer aus Blättern oder Blatttheilen gebildeten Hülle umgeben. Der Stamm trägt häufig kleine Unterblätter, und stets zwei Reihen Seitenblätter; diese sind entweder nur an der Spitze zweizählig, oder zweitheilig, bisweilen (*Frullania*, *Radula*) in zwei ganz verschiedene Lappen getheilt. Die Insertion der Seitenblätter ist anfänglich quer gestellt, wird aber durch ungleiches Wachstum des Stammes so verschoben, dass sie entweder auf der Stammunterseite hinaufrückt (unterschlächtige Blätter, *Folia succuba* (Fig. 109), oder auf der Stammoberseite (oberschlächtig, *F. incuba*).

Jungermannia bicuspidata und zahlreiche andere Arten sind sehr häufig auf feuchter Erde, an Baumstämmen. — *Plagiochila asplenioides* (Fig. 109) nicht selten

in Gebirgswäldern. — *Radula complanata*; die dichtbeblätterten Stämmchen kriechen auf Baumstämmen und Aesten, sehr gemein. — *Frullania dilatata* und *Tamarisci* mit zierlich verzweigten, bräunlichen oder purpurnen Stämmchen wachsen ebenfalls auf Baumrinden oder auf dem Boden an feuchten buschigen Orten.

Classe IV.

Musci, Laubmoose.

Die Kapsel öffnet sich meist durch Abwerfen eines besonderen Deckels; Elateren fehlen immer; eine Columella ist immer vorhanden. Die Calyptra wird meist von der Kapsel emporgehoben.

Die Moospflanze ist immer ein beblätterter Stamm mit lauter gleichwerthigen Blättern, welcher entweder mit seinen Aesten auf dem Boden, an Bäumen hinkriecht, oder dichte Rasen bildet. Bilaterale Ausbildung kommt nicht häufig vor.

Die Classe zerfällt in vier Ordnungen:

Ordnung 1. Sphagnaceae, Torfmoose.

Die kugelige Kapsel enthält eine halbkugelige Columella und öffnet sich durch Abwerfen der oberen Kappe der Wandung; die Calyptra bleibt an der Basis zurück.

Die einzige Gattung *Sphagnum* (Fig. 110) mit zahlreichen Arten bewohnt, ausgedehnte weiche Rasen bildend, feuchte Wälder und besonders Moore. Die dichtbeblätterten Aeste hüllen den Hauptstamm ein; sowohl die Blätter, als die Rinde des Stengels enthalten grosse wassererfüllte, mit offenen Löchern versehene Zellen, welche das Wasser capillar bis in die obersten Spitzen hinaufziehen. Die unteren absterbenden Partien der rasch aufwärts wachsenden Stämme gehen in Verwesung über und bilden den Torf. Die sehr kurzgestielte Kapsel (Fig. 110 k) wird von einer Verlängerung des archegonientragenden Stammes emporgehoben, welche äusserlich dem Kapselstiel der ächten Laubmoose ähnlich sieht und Pseudopodium genannt wird.



Fig. 110. Stämmchen von *Sphagnum acutifolium* (nat. Gr.), k die Kapseln.

Ordnung 2. Andreaeaceae.

Die Columella ist säulenförmig, oben frei; die Kapsel öffnet sich in vier Klappen, die an der Spitze und Basis mit einander verbunden bleiben. Die Calyptra wird mützenförmig in die Höhe gehoben.

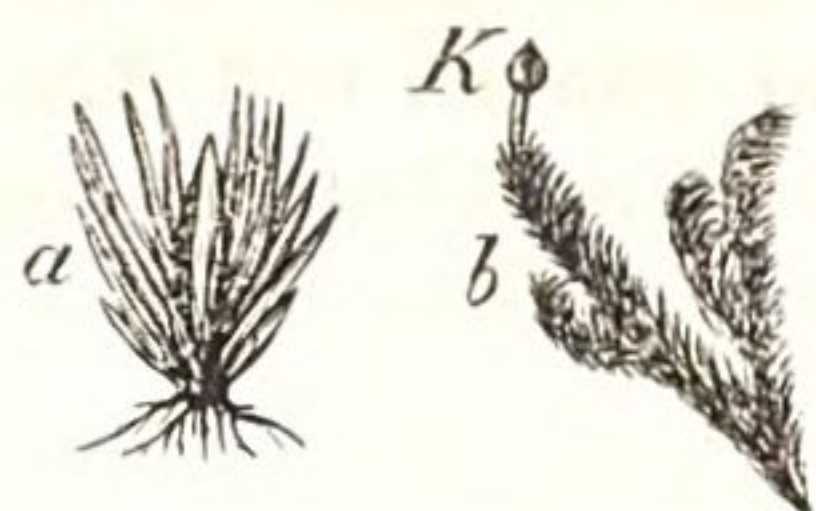


Fig. 111. a *Ephemerum serratum*, Pflanze 3mal vergr.;
b Ast von *Andreaea nivalis*
mit Kapsel *K* (natürl. Gr.).

Die Gattung *Andreaea* (Fig. 111 b) mit mehreren Arten bewohnt die Felsen der Alpen und höheren Gebirge. Die gestreckten und verzweigten Stämmchen sind dichtbeblättert.

Ordnung 3. Phascaceae.

Die Kapsel öffnet sich gar nicht; die Columella hängt, wie bei den folgenden, oben und unten mit der Kapselwand zusammen. Die Sporen bilden sich bei *Archidium* aus einer Zelle der Columella; die Calyptra bleibt an der Basis des Sporogoniums sitzen.

Phascum cuspidatum, *Ephemerum serratum* (Fig. 111 a), *Archidium phascoides* sind kleine, einige Millimeter hohe Moose, die auf Aeckern wachsen und im Frühjahr die Kapseln reifen.

Ordnung 4. Bryinae.

Die Columella hängt oben und unten mit der Kapselwand zusammen; sie wird unmittelbar umgeben vom sporenbildenden Gewebe (Fig. 112 s);

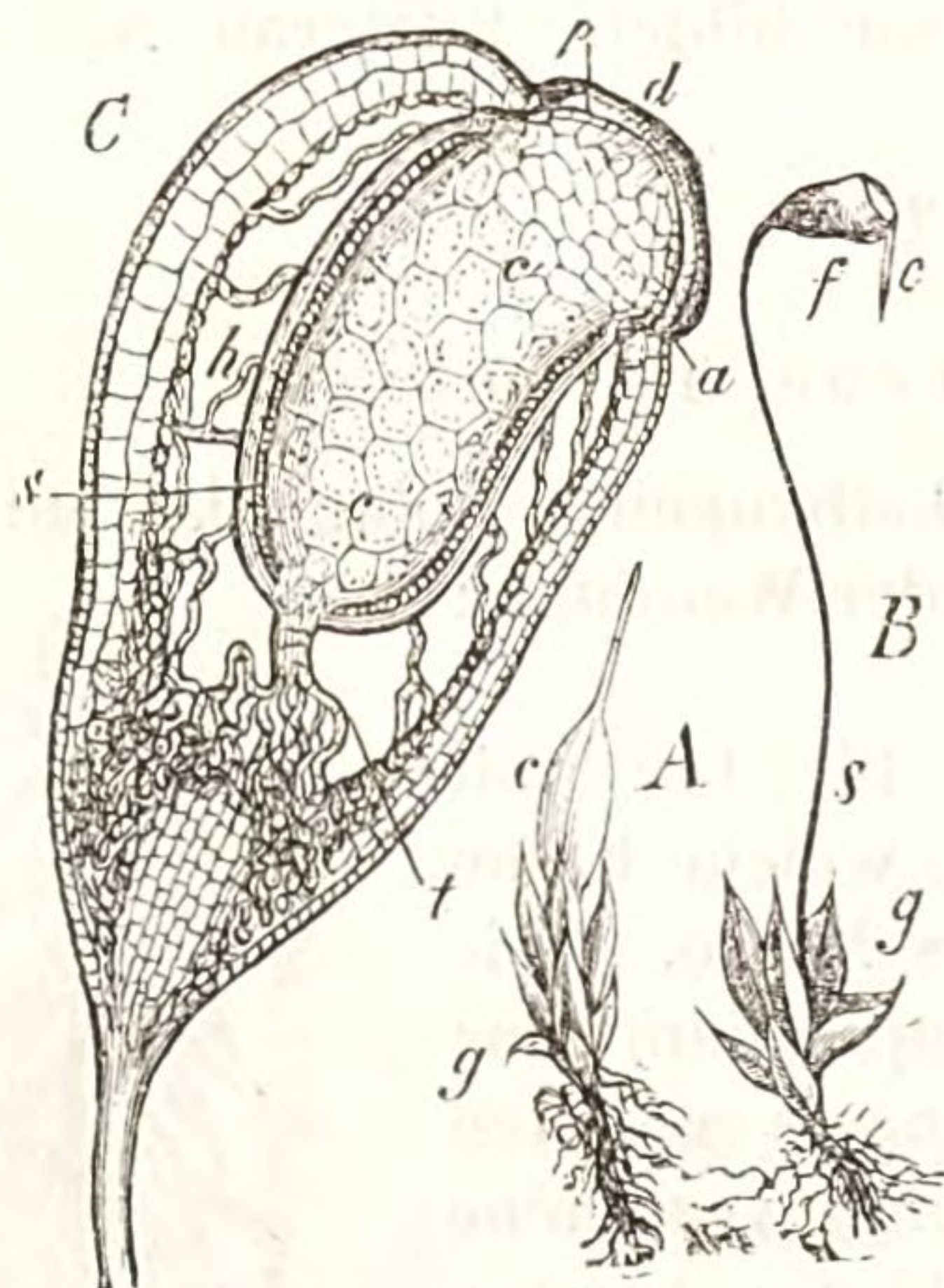


Fig. 112. *Funaria hygrometrica*; A ein Stämmchen *g* mit junger Frucht in der Calyptra *c* eingeschlossen. B mit fast reifer Kapsel *f* auf dem Stiel *s*; *c* Calyptra. C Längsdurchschnittene Kapsel; *c* Columella, *d* Deckel, *s* sporenbildende Schicht, *h* Luftraum, *p* Peristom (nach Sachs).

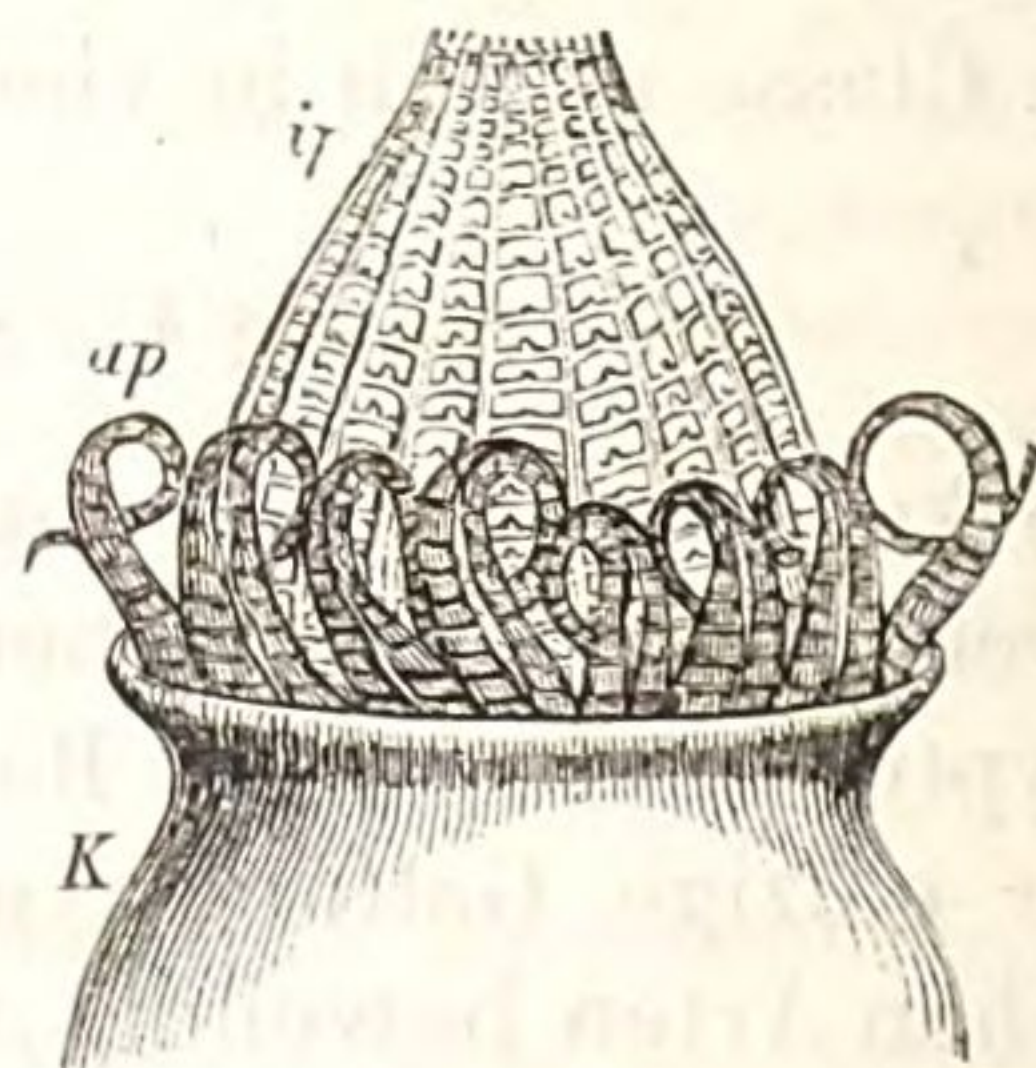


Fig. 113. Mündung der Kapsel von *Fontinalis antipyretica* (50),
ap äusseres, *ip* inneres Peristom
(nach Sachs).

zwischen diesem und der Wandung findet sich ein grosser mit Luft erfüllter Hohlraum (Fig. 112 h), der von querlaufenden chlorophyllhaltigen Zellfäden durchzogen wird. Die Kapsel öffnet sich durch Abwerfen eines Deckels, der schon von vorneherein anders gebaut ist, als die übrige Kapsel. Bestimmte Zellschichten des inneren Deckelgewebes oder nur deren verdickte Wände bleiben mit der Kapselwand in Zusammenhang und bilden das für die Gattungen charakteristische Peristom (Mundbesatz). Dasselbe besteht bei *Tetraphis* aus vier derben Zähnen, für die das ganze innere Deckelgewebe verwendet wird; bei den meisten sind es 8, 16, 32, selbst 64 Zähne, welche aus verdickten Zellenwänden bestehen, häufig in

zwei Reihen hintereinander (Fig. 113) von zwei verschiedenen Zellschichten herstammend. Nur bei wenigen Gattungen (z. B. *Gymnostomum* u. a.) fehlt es vollständig. Die Calyptra wird von der Kapsel mit emporgehoben und als Mütze getragen. Die Kapsel ist meist langgestreckt.

Die einschichtigen Blätter werden bei vielen Arten von einem mehrschichtigen Mittelnerven durchzogen.

Die einen Gattungen tragen die weiblichen Blüthen und somit später die Kapseln an der Spitze der Stengel, die anderen auf kurzen Seitenästchen; wenn dieses Verhältniss auch kein wichtiges systematisches Merkmal ist, so erhält man durch dessen Berücksichtigung doch eine Uebersicht der zusammengehörigen Formen; man theilt so die Bryinen ein in:

a) *Acrocarpi*. Archegonien am Ende der Stengel; die Kapseln erscheinen oft seitenständig, weil Seitenäste sich später entwickeln und das Ende des Hauptstengels zur Seite drängen.

Dicranum scoparium mit sichelförmigen Blättern, gemein in Wäldern. — *Leucobryum glaucum* mit mehrschichtigen Blättern, die in ihrem Bau an *Sphagnum* erinnern, in Kieferwäldern und Mooren. — *Ceratodon purpureus* mit rothem Fruchtsiel und kurzen rasigen Stengeln, sehr gemein an den verschiedensten Standorten. — *Barbula muralis* in Rasen an Mauern, Felsen; die Mittelrippe der Blätter geht in ein langes Haar aus, wodurch die Rasen grau erscheinen. — *Tetraphis pellucida* mit freudiggrünen Blättern, auf morschen Baumstrünken, trägt eigenthümliche Brutknospen. — *Grimmia pulvinata* in rundlichen graugrünen Rasen, mit sehr kurz gestielten Kapseln. — *Orthotrichum speciosum* und andere Arten mit ebenfalls sehr kurz gestielten Kapseln; an Bäumen gemein. — *Funaria hygrometrica* (Fig. 112) mit schief birnförmiger Kapsel, auf langem, beim Befeuchten und Vertrocknen sich schraubig windendem Stiel, gemein an Wegen, Mauern. — *Polytrichum formosum* (Fig. 114) und andere Arten sind die stattlichsten unter den einheimischen acrocarpischen Moosen, mit grossen dunkelgrünen Blättern, langbehaarter Calyptra, in Mooren und Wäldern gemein.

b) *Pleurocarpi*. Die Archegonien (und später die Kapseln) stehen seitlich auf besonderen kurzen Aestchen.

Fontinalis antipyretica fluthet im Wasser. — *Neckera crispa* mit flach seitlich abstehenden Blättern, an Felsen. — *Thuidium abietinum* und andere Arten mit regelmässig fiederförmig verzweigtem Stengel und sehr kleinen, dicht anliegenden Blättern, in Wäldern. — *Leucodon sciuroides* sehr gemein an Baumstämmen. — *Brachythecium rutabulum* gemein in Wäldern. — *Eurhynchium praelongum* mit langen kriechenden Stengeln, in Wäldern, feuchten Gärten. — *Hypnum cupressiforme* an Baumstämmen sehr gemein; *H. cuspidatum* und *giganteum* in Sümpfen, Gräben. — *Hylocomium triquetrum*, gewöhnlich zu Kränzen u. dgl. verwendet und *H. splendens* mit sehr regelmässiger Verzweigung, beide sehr häufig in Wäldern.

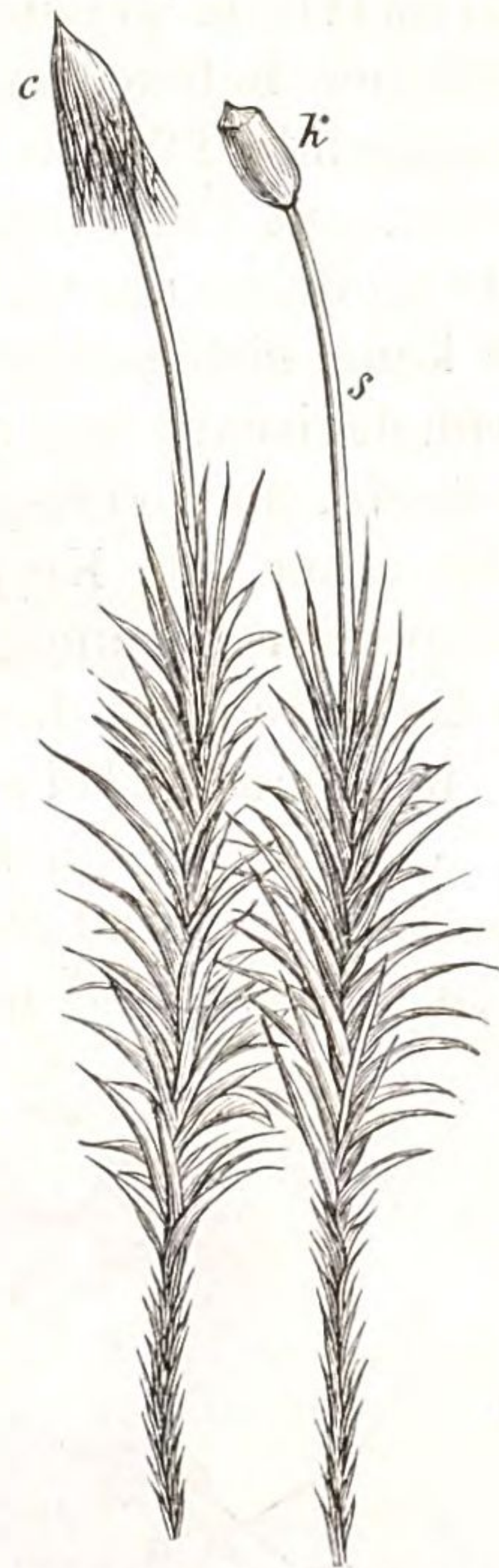


Fig. 114. Zwei Stengel von *Polytrichum formosum* (natürl. Gr.)
k die Kapsel, s der Kapselstiel,
c Calyptra.

Dritte Gruppe.

Die Gefässkryptogamen.

Auch in dieser Gruppe findet ein Generationswechsel zwischen einer geschlechtlichen und einer ungeschlechtlichen Generation statt; das Verhältniss der Entwicklung aber, welche hier die beiden Generationen erreichen, ist gerade umgekehrt, wie bei den Muscineen. Hier ist die aus der Spore erwachsende, Sexualorgane erzeugende Pflanze klein, hinfällig, Prothallium genannt, welches nach Bildung der Sexualorgane und eingetretener Befruchtung zu Grunde geht; die aus der befruchteten Eizelle erwachsende Pflanze hingegen ist in Stamm und Blatt gegliedert, besitzt geschlossene Fibrovasalstränge und ächte Wurzeln, dauert gewöhnlich viele Jahre hindurch aus und erzeugt in gesetzmässiger Wiederholung die Sporen, und kann sich selbst auf vegetativem Wege vervielfältigen. Durch diese morphologischen und anatomischen Merkmale treten diese Pflanzen bereits in das Gebiet der Gefässpflanzen ein; einzelne Ordnungen nehmen die höchste Stelle unter den Kryptogamen in der Weise ein, dass sie, mit der Abtheilung der Gymnospermen unter den Phanerogamen verglichen, bereits den Uebergang zu dieser Gruppe darstellen.

Das Prothallium (Fig. 115) ist bei den meisten Ordnungen ein Thallus, welcher aus der Spore hervorwächst, dieselbe an Grösse um das Vielfache übertrifft und ausser Wurzelhaaren an bestimmten Stellen die Antheridien (Fig. 115 *an*) und Archegonien (Fig. 115 *ar*) trägt.

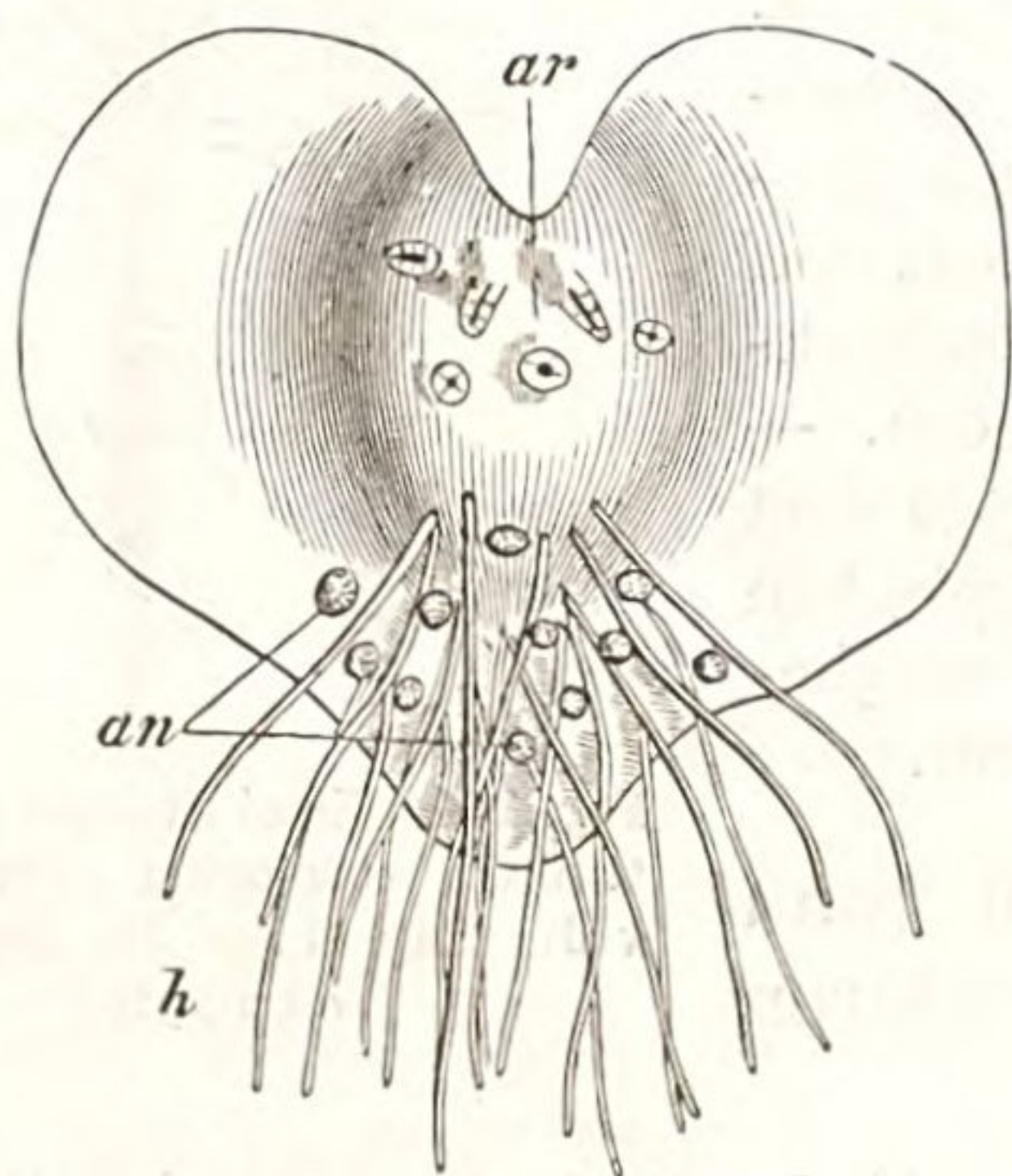


Fig. 115. Prothallium eines Farnkrauts von der Unterseite (10mal vergr.) *ar* Archegonien, *an* Antheridien, *h* Wurzelhaare.

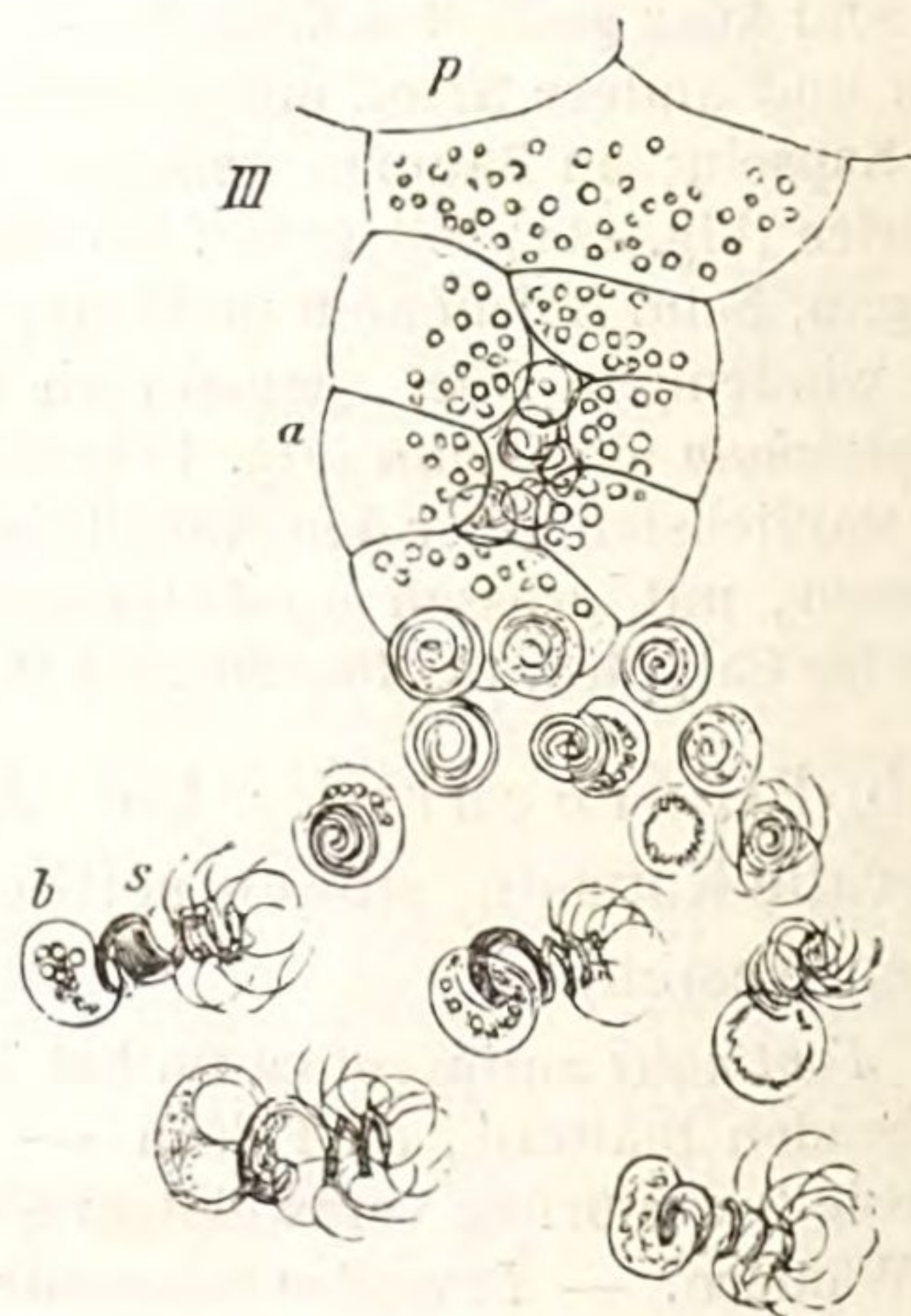


Fig. 116. Antheridium von *Adiantum Capillus Veneris* (550); die Spermatozoiden (*s*) treten eben aus; *b* eine Blase, welche dem Spermatozoid anfänglich anhängt (nach *Sachs*).

Die Antheridien (Fig. 116) ragen hier entweder als halbkugelige oder etwas cylindrische Gewebekörper über die Prothalliumoberfläche vor

oder sind in dessen Gewebe eingesenkt. Sie bestehen aus einer einschichtigen Wandung und den Mutterzellen der Spermatozoiden, welche letztere schraubig gewundene, vorne gewöhnlich zahlreiche Cilien tragende Fäden sind (Fig. 116 s).

Die Archegonien (Fig. 117) sind im Allgemeinen ähnlich gebaut, wie bei den Muscineen, bestehen nemlich aus einem Bauchtheil, welcher aber in das umgebende Gewebe eingesenkt und mit diesem verwachsen ist, und einem kurzen Hals, durch welchen zwei später verschleimende Kanalzellen hindurchgehen zur Eizelle.

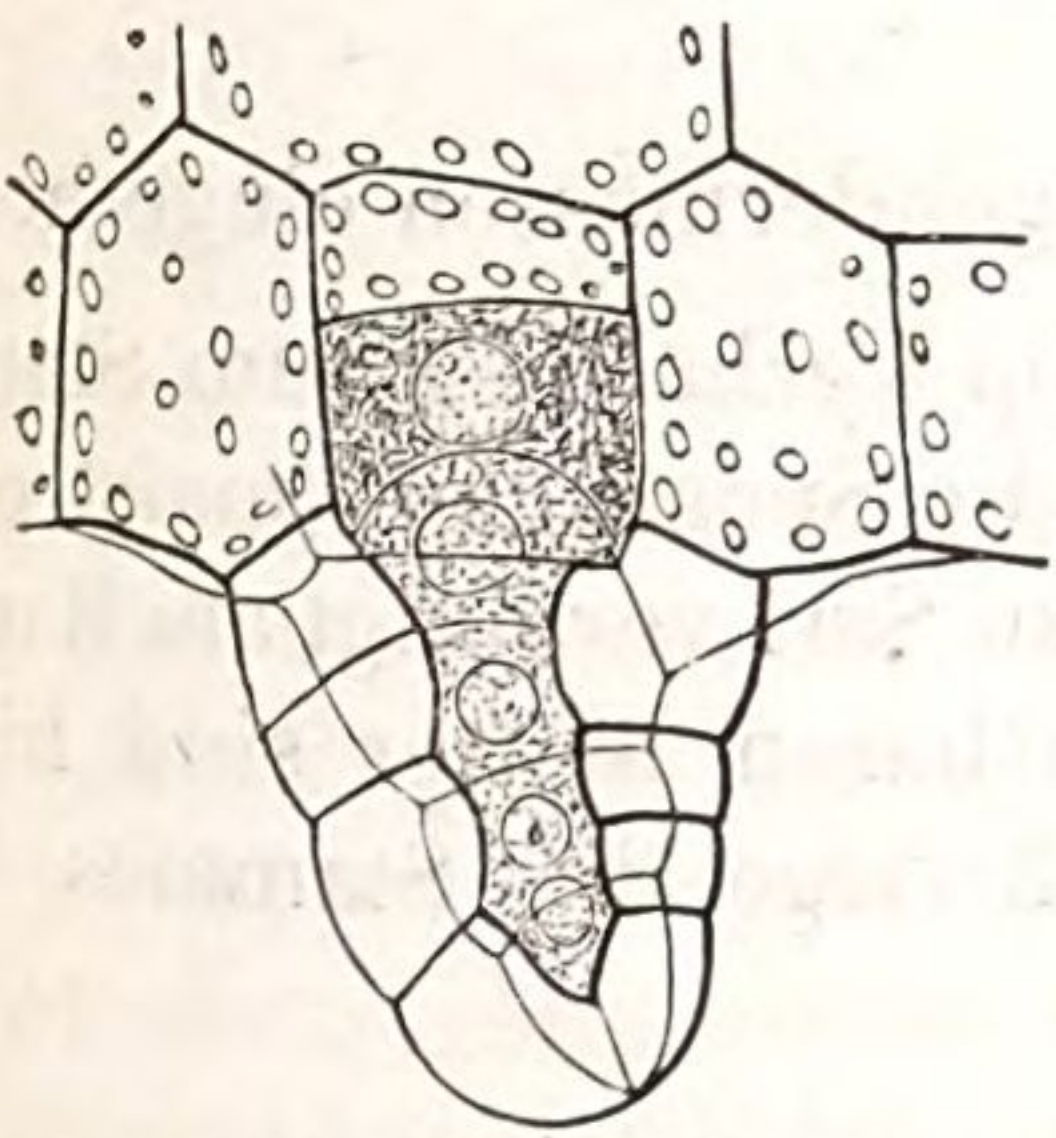


Fig. 117. Archegonium von *Pteris serrulata*, stark vergrößert, von aussen gesehen (nach Sachs).

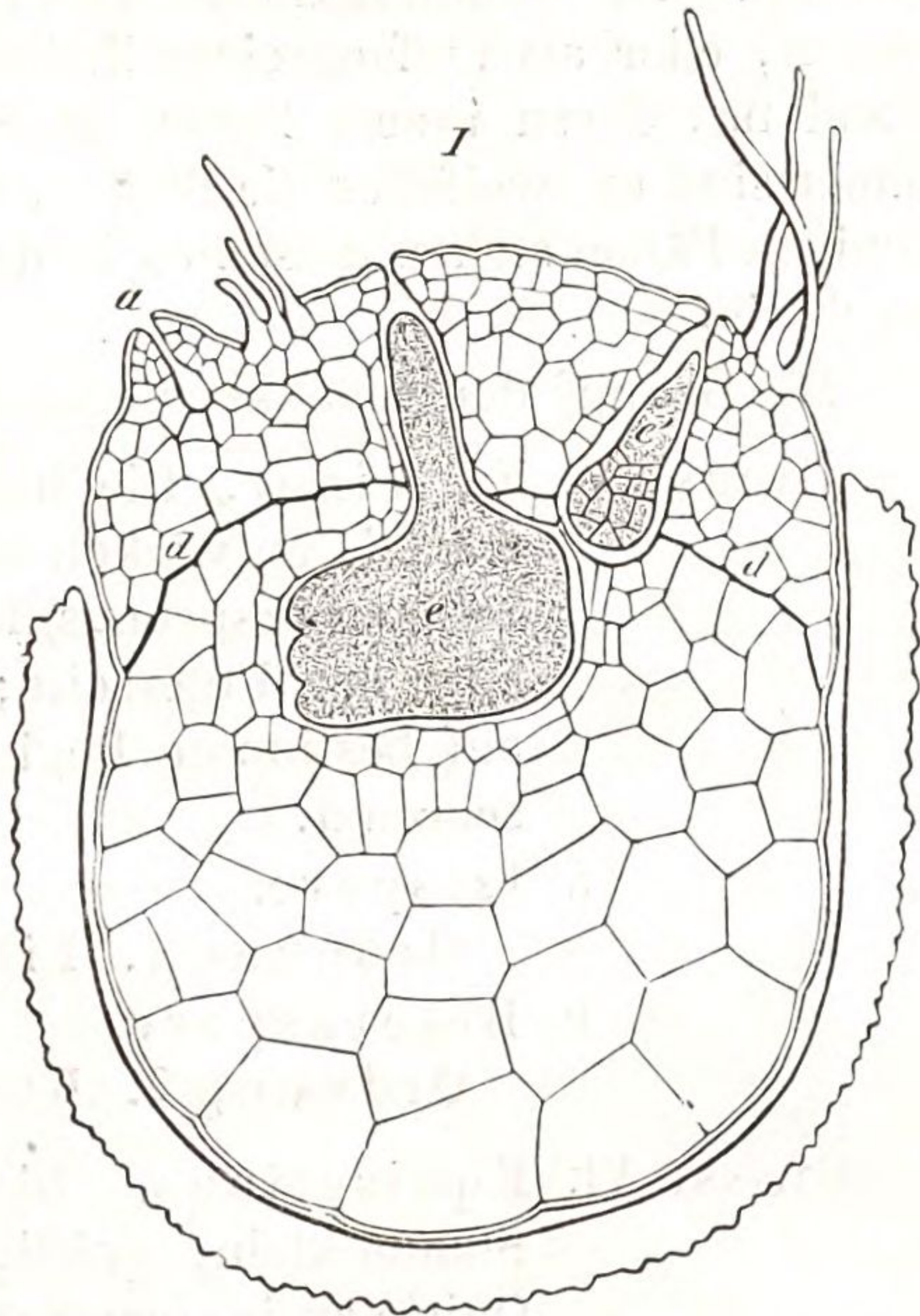


Fig. 118. Gekeimte Makrospore von *Selaginella Martensii*; das vorragende Gewebe oberhalb der starken Contour ist das Prothallium mit einem unbefruchteten Archegonium *a* und zwei Embryonen *e* und *e'*. Der Sporenraum ist ausgefüllt mit Endosperm (s. unten) (nach Sachs).

Einige Ordnungen jedoch, nemlich die Rhizocarpeen, Selaginellen und Isoeteen weichen im Bau des Prothalliums erheblich ab; sie bringen nemlich zweierlei Sporen hervor, grössere, Makrosporen, und kleinere, Mikrosporen. Diese Ordnungen werden wegen dieser Verschiedenheit der Sporen als heterospor bezeichnet, im Gegensatz zu den isospor, deren Sporen alle gleichartig sind.

Die Makrospore erzeugt ein weibliches Prothallium (Fig. 118), welches in der Spore selbst gebildet und nur wenig an deren Scheitel entblösst wird; an dieser entblösten Stelle trägt es ein oder wenige Archegonien (Fig. 118 *a*).

Die Mikrospore erzeugt nur andeutungsweise ein männliches Prothallium, indem sofort oder nach wenigen Zelltheilungen die Spermatozoiden aus ihr hervorgehen.

Der aus der befruchteten Eizelle entstehende Embryo wächst bei allen Ordnungen sofort ohne Unterbrechung zu einer starken Pflanze heran, welche später Sporen bildet.

Die Sporen entstehen in nicht sehr grosser Anzahl in den Sporangien durch Viertheilung deren innerer Zellen; wo zweierlei Sporen vorkommen, sind sie schon in verschiedene Sporangien, Makrosporangien und Mikrosporangien vertheilt. Die Sporangien sind im Verhältniss zur ganzen Pflanze klein und entwickeln sich entweder als einzelne meist aus der Epidermis des Blattes hervorstechende Zellen, welche nach Abscheidung der Wandungszellen die Sporenmutterzellen durch Theilung erzeugen, oder als umfangreiche Zellcomplexe, deren äussere Schichte zur Wandung, deren innere Zellen zu Sporenmutterzellen werden. — Fast immer sind es zweifellos die Blätter, welche die Sporangien tragen; nur in wenigen Fällen stehen dieselben in der Blattachsel, scheinbar dem Stamme angehörig.

Die Gruppe der Gefässkryptogamen wird folgendermassen eingetheilt:

Classe V. Filicinae. Die Blätter sind im Verhältniss zum Stamm mächtig entwickelt und tragen die Sporangien (meist einzelligen Ursprungs) fast immer zu Sori vereinigt am Rande oder der Unterseite; die fruchtbaren Blätter sind nicht auf bestimmte Regionen oder Zweige des Stammes beschränkt.

a) Isospore.

Ordnung 1. Filices, Farne.

b) Heterospore.

Ordnung 2. Rhizocarpeae, Wurzelfarne.

Classe VI. Equisetinae. Die Blätter sind im Verhältniss zum Stamm klein, quirlig gestellt, und die der unfruchtbaren Quirle zu je einer Scheide verwachsen. Die fruchttragenden Blätter stehen in zahlreichen dichtgedrängten Quirlen, eine Aehre am Ende der Stengel bildend, sind schildförmig und tragen die Sporangien auf ihrer Unterseite; die Sporangien entstehen als Zellcomplexe. Isospor.

Classe VII. Lycopodinae. Die Blätter sind meist klein und wenig entwickelt, die fruchttragenden häufig eine bestimmte Region des Stammes bildend. Die Sporangien, welche sich als Zellcomplexe entwickeln, stehen fast immer einzeln in der Blattachsel oder nächst der Basis des Blattes auf dessen Oberseite.

a) Isospore.

Ordnung 1. Lycopodiaceae.

b) Heterospore.

Ordnung 2. Selaginelleae. Der stark in die Länge wachsende Stamm trägt zahlreiche kleine

Blätter; die Sporangien stehen in der Blattachsel, zuweilen etwas auf dem Stamm hinaufgerückt.

Ordnung 3. Isoëteae. Der kurze Stamm trägt lange unverzweigte Blätter; die Sporangien stehen auf der Blattoberseite.

Classe V.

Filicinae.

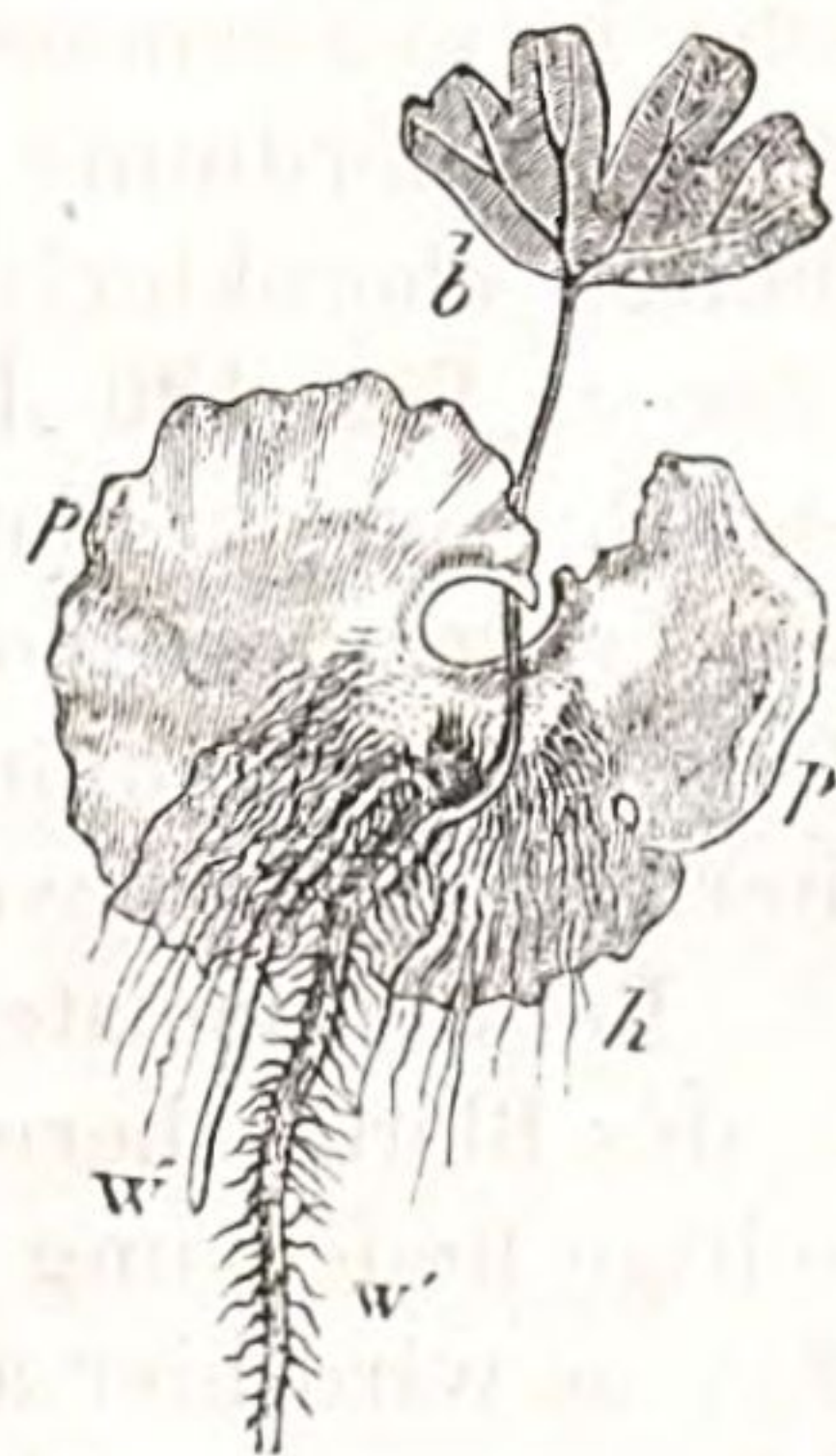
Die Sporangien stehen zumeist zu Sori vereinigt am Rande oder der Unterseite der Blätter; die fruchtbaren Blätter bilden keine besondere Region des Stengels.

Ordnung 1. Filices, Farne.

Die Sporen sind alle gleich und erzeugen grosse selbständige Prothallien.

Das Prothallium ist fast stets oberirdisch, chlorophyllreich (Fig. 115 und 119) und entsteht aus der Spore anfänglich in Form eines Zellfadens, wird aber später meist zu einer breiten, am vorderen Ende herzförmig ausgeschnittenen Fläche, welche mit Ausnahme der die Archegonien tragenden Region einschichtig bleibt. Diese liegt an den herzförmigen Prothallien nahe dem vorderen Rande hinter dem Ausschnitte (Fig. 115 ar). Die Antheridien stehen theils am Rande, theils am hinteren Ende zwischen den Wurzelhaaren der Unterseite (Fig. 115 an) und ragen als halbkugelige Gewebekörper vor.

Der Stamm ist meist ein kräftiges unterirdisches wagerechtes oder schräges Rhizom; nur unter den Tropen finden sich baumartige Farne mit hohen aufrechten Stämmen. Die Internodien sind bald gestreckt, so dass zwischen den entfernt stehenden Blättern die Stammoberfläche sichtbar ist (z. B. *Pteris aquilina*, *Phegopteris calcarea*), bald aber auch sehr verkürzt, so dass die Blätter am Ende des Stammes eine reiche Krone bilden und die älteren Stammtheile von den abgestorbenen Blattresten dicht bedeckt werden. Die Stämme der ersteren Art verzweigen sich reichlich, indem die Zweige entweder aus den Blattachseln (z. B. *Phegopteris calcarea*) oder auf der Rückenseite des Blattstielgrundes (z. B. *Pteris aquilina*) entsprin-



gen. Die dichtbeblätterten Stämme dagegen verzweigen sich spärlicher und lassen den Ursprung der Seitenzweige nicht deutlich erkennen. — Die Blätter stehen bald zweizeilig (besonders an gestreckten Stämmen z. B. *Pteris aquilina*), nicht selten mit der Besonderheit, dass die beiden Blattreihen auf dem Rücken des Stammes einander genähert sind (z. B. *Polypodium vulgare*), bald aber auch spiralig nach höheren Divergenzen. Die Blattspreite ist gewöhnlich reich verzweigt und im Knospenzustande schneckenförmig nach vorne eingerollt. — Die Haare sind sehr häufig auffallend breit und gross und hüllen dann die jungen Blätter und Stammtheile oft vollständig ein; diese breiten Haare werden *Spreuschuppen* (*paleae*) genannt. — Die Wurzeln entspringen an den von den Blättern dicht besetzten Stämmen z. B. *Aspidium filix mas*, gewöhnlich aus den Blattstielen; an den Stämmen der Baumfarne bilden sie eine dichte verfilzte Umhüllung, welche an Mächtigkeit den Durchmesser des Stammes selbst übertrifft.

Die Sporenbildung kommt ausschliesslich den Blättern zu und zwar ohne dass dieselben dadurch eine weitgehende Metamorphose erfahren. In sehr vielen Fällen sind die fruchttragenden Blätter von den unfruchtbaren im Uebrigen gar nicht verschieden; wo eine Verschiedenheit sich geltend macht, besteht sie fast nur darin, dass die fruchttragenden Blätter oder Blatttheile wenig oder gar kein Mesophyll entwickeln. Die fruchttragenden Blätter sind niemals zu einer besonderen abgegrenzten Region des Stengels vereinigt, geschweige denn auf besondere Zweige beschränkt, sondern der Stamm trägt anfangs in seiner Jugend nur unfruchtbare, später zwischen diesen periodisch auch fruchtbare Blätter.

Sori oder *Fruchthaufen* heissen die Gruppen von Sporangien, welche in gesetzmässiger Beziehung zu den Blattnerven stehen. Ihre Gestalt und Anordnung ist für die Gattungen und auch höhere systematische Einheiten charakteristisch. Bei manchen Gattungen (z. B. allen Hymenophyllaceen Fig. 420 A, *Dicksonia*, *Davallia*) nimmt der Sorus das Ende gewisser Nerven am Blattrande ein und besteht aus zwei Theilen, einem centralen Träger der Sporangien, dem *Receptaculum* (Fig. 420 A, *r*) von verlängerter, fadenförmiger oder kurzer polsterförmiger Gestalt, und einer becherförmigen, bisweilen tiefzweilippigen Hülle, dem *Indusium* (Fig. 420 A, *i*). Bei den meisten Farnen ist aber der Sorus vom Rande auf die Unterseite des Blattes hereingerückt; das Indusium erscheint hier nur noch als einseitige Bedeckung des sporangientragenden Receptaculums (Fig. 420 B, D, E); es wird hier als *Schleierchen* bezeichnet und besitzt eine nach den Gattungen verschiedene Gestalt. Die der Blattoberseite entsprechende Hälfte des ursprünglich becherförmigen Indusiums ist in der Blattfläche aufgegangen (s. den Uebergang in Fig. 420 B). Bei manchen Gattungen ist das Indusium vollständig verloren gegangen; der Sorus heisst dann nackt (Fig. 420 F). Viele Farne tragen längs dem Blattrande eine continuirliche Reihe von Sporangien, welche durch seitliche Verschmelzung der dichtgestellten Sori entstanden gedacht werden kann. Das unterseitige Indusium geht hier meist ganz verloren; der Blattrand bedeckt als sog. *unechtes In-*

usium die Sporangien (Fig. 120 C). Endlich gibt es auch Farne, bei welchen die Sporangien, ohne Sori zu bilden, über die ganze Unterfläche des

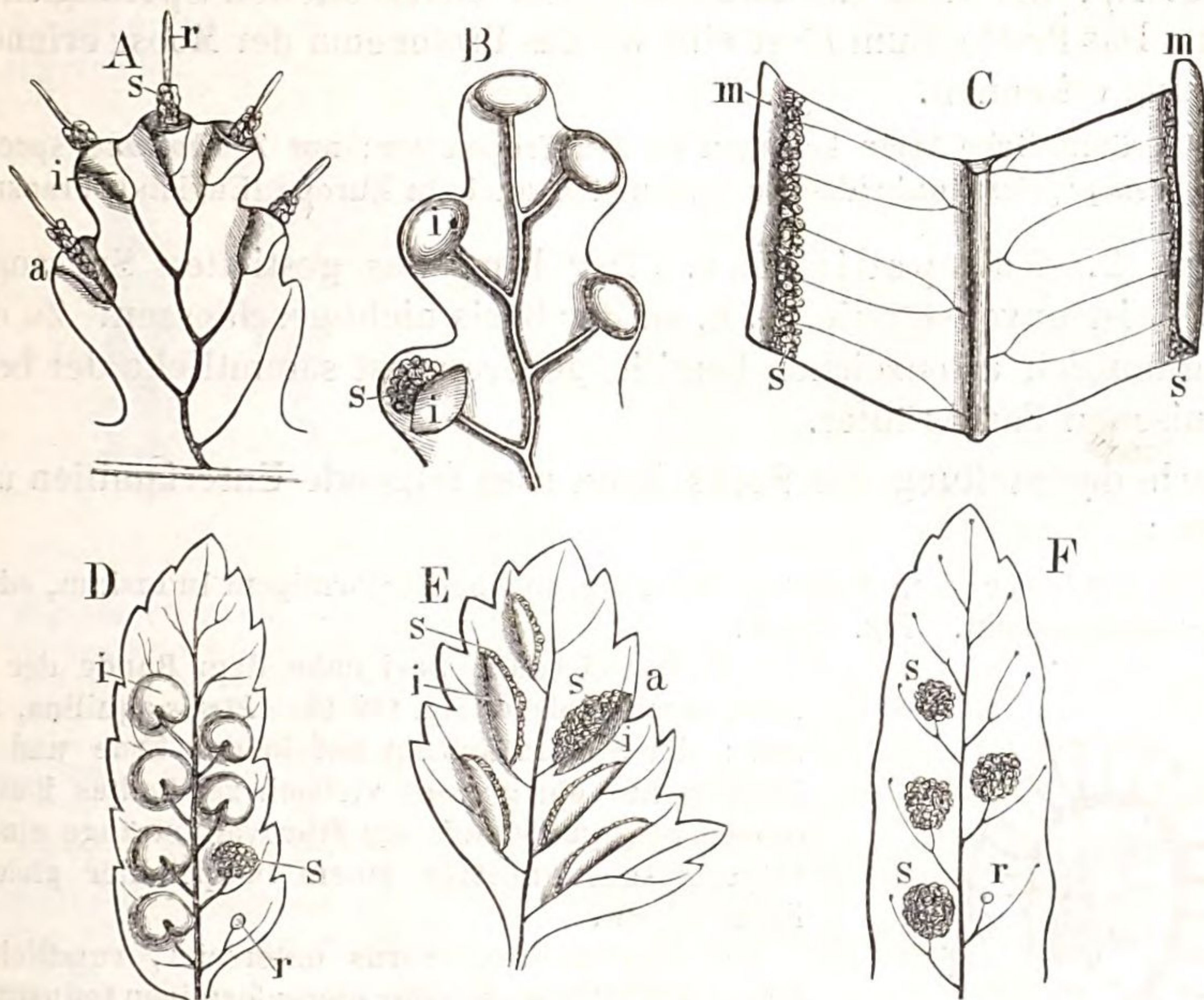


Fig. 120. Sori der wichtigsten Farngruppen, sämtlich von der Unterseite. A Fiederchen von *Ptilophyllum sinuosum*, einer Hymenophyllaceae; *r* Receptaculum, *s* Sporangien, *i* Indusium; bei *a* ist die eine Hälfte des Indusiums hinweggenommen. B Fiederchen von *Davallia*; bei *s* ist das unterseitige Indusium (*i*) zurückgeschlagen; die oberseitige Hälfte ist zum Blattrand geworden. C Stück des Blattes von *Pteris serrulata*; *s* die Sporangien, *m* der umgeschlagene Blattrand. D Lacinie von *Aspidium*; bei *s* ist das Indusium, bei *r* auch die Sporangien entfernt. E Lacinie eines *Asplenium*; bei *a* ist das Indusium zurückgeschlagen. F Fieder von *Polypodium vulgare*; bei *r* sind die Sporangien entfernt (sämtlich etwa 3–6mal vergrößert).

Blattes, Nerven sammt Mesophyll bedeckend, zerstreut sind. — Als Paraphysen werden Haarbildungen bezeichnet, welche das Receptaculum bisweilen zwischen den Sporangien trägt.

Das Sporangium ist eine gestielte (Fig. 121), seltener sitzende Kapsel mit einschichtiger Wandung. Die Sporen entstehen zumeist durch wiederholte Theilungen einer einzigen das Centrum des jungen Sporangiums einnehmenden Zelle; nur bei wenigen Familien entwickelt sich das Sporangium als umfangreicher Zellcomplex, dessen innere Zellen zu Sporenmutterzellen werden. Zu der Art des Aufspringens des Sporangiums stehen eigenthümlich ausgebildete, stärker verdickte Zellen der Wandung in Beziehung, welche einen vollständig geschlossenen oder unvollständig geschlossenen (Fig. 121 *r*) Ring, oder auch eine anders geformte Gruppe (Fig. 122 *r*) bilden, dann aber ebenfalls als Ring (*annulus*) bezeichnet werden. Die Ausbildung des Ringes ist für die Charakteristik der Familien von Wichtigkeit.

Die Ordnung der Farne umfasst folgende acht Familien, von welchen einige ausschliesslich den Tropenregionen angehören, wo auch die übrigen bei uns vertretenen, ihre reichste Entwicklung finden:

Fam. 1. *Hymenophyllaceae*. Enthält die einfachst gebauten Formen; das Mesophyll ist fast stets einschichtig, der Sorus immer randständig (Fig. 120 A), der Ring der sitzenden oder kurzgestielten Sporangien vollständig. Das Prothallium lässt eine an das Protonema der Moose erinnernde Gliederung erkennen.

Fast sämtliche Arten kommen in den Tropen vor; nur *Trichomanes speciosum* und *Hymenophyllum tunbridgense* finden sich auch in Europa (England, Frankreich).

Fam. 2. *Polypodiaceae*. Der Ring des gestielten Sporangiums (Fig. 121) ist unvollständig, d. h. an der Basis nicht geschlossen. Zu dieser ausserordentlich artenreichen Familie gehören fast sämtliche der bei uns einheimischen Farnkräuter.

Nach der Stellung des Sorus kann man folgende Unterfamilien unterscheiden:

a) *Davalliaceae*. Sorus randständig, mit becherförmigem Indusium, oder nur wenig hereingerückt. (Fig. 120 B.)

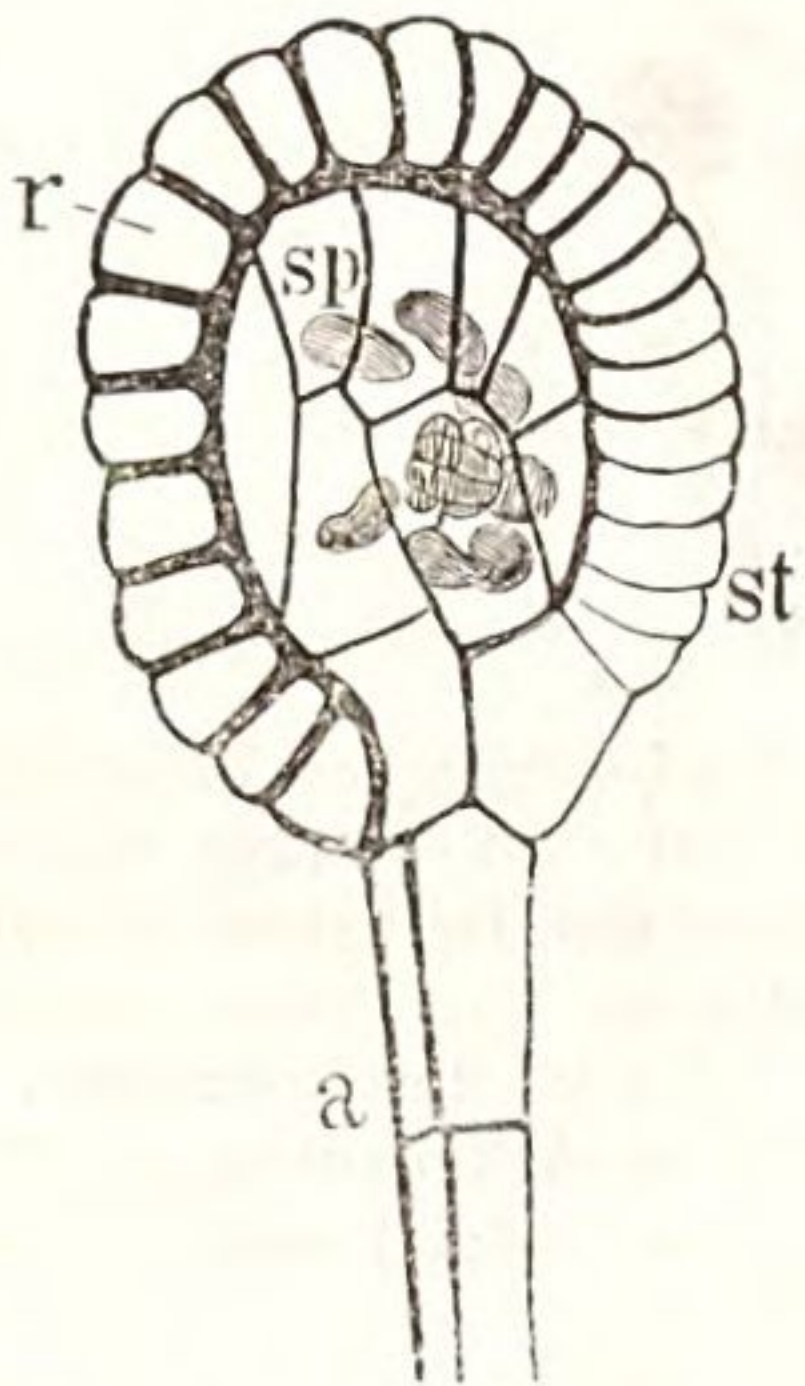


Fig. 121. Sporangium einer Polypodiaceae (300). *a* der Stiel, *r* der Ring, welcher bei *st*, dem Stomium aufhört; an letzterer Stelle erfolgt das Aufspringen der Sporangienwandung. Von den eingeschlossenen Sporen *sp* sind der Deutlichkeit halber nur wenige gezeichnet.

b) *Pterideae*. Sori nahe dem Rande der Länge nach verschmolzen (Fig. 120 C). *Pteris aquilina*, Adlerfarn; der Stamm kriecht tief in der Erde und treibt jährlich nur ein grosses vielfach zertheiltes Blatt, auf dessen Stielquerschnitt die Fibrovasalstränge eine charakteristische ungefähr einem Doppeladler gleichende Figur bilden.

c) *Aspidieae*. Sorus unterseits, rundlich von einem schildförmigen oder nierenförmigen Indusium bedeckt (Fig. 120 D). *Aspidium Filix mas*, Wurmfarne mit reicher Blattröhre und andere ähnliche Arten nicht selten in Wäldern. — Bei *Phegopteris* (*Ph. calcaria*, *Dryopteris* häufig) fehlt das Indusium vollständig; diese Gattung unterscheidet sich von den Polypodieen dadurch, dass von den abgestorbenen Blattstielen ein kurzes unregelmässig abgetrenntes Stück am Stamme stehen bleibt; das Rhizom unserer Arten hat gestreckte Internodien.

d) *Asplenieae*. Der Sorus steht unterseits, ist länglich oder linienförmig, das Indusium der Länge nach am Nerven entspringend (Fig. 120 E). *Asplenium Ruta muraria* sehr gemein an Mauern, Felsen, *A. Trichomanes* ebenfalls häufig mit einfach gefiedertem Blatt und glänzend schwarzer Spindel. *A. Filix femina* häufig in Wäldern. — *Scolopendrium vulgare*, Hirschzunge; mit ungetheilten Blättern, in Gebirgswäldern.

e) *Polypodieae*. Der Sorus unterseits, nackt (Fig. 120 F). Die abgestorbenen Blätter trennen sich vom Rhizom vollständig mit Hinterlassung einer rundlichen Narbe; die Blätter stehen meist zweizeilig auf dem Rücken des kriechenden Rhizoms. *Polypodium vulgare*, Engelsüss, mit einfach fiedertheiligen Blättern, an Baumstrünken und Felsen nicht selten.

f) *Acrosticheae*. Die Sporangien bedecken die ganze Unterseite.

Officinell: Rhizoma Filicis von *Aspidium Filix mas*.

Fam. 3. *Cyatheaceae*. Von voriger nur durch den an der Basis geschlossenen Ring des Sporangiums verschieden.

Hierher gehören die Baumfarne; *Cibotium*, *Dicksonia* mit randständigem Sorus und becherförmigem Indusium, *Cyathea* und *Alsophila* mit unterseitigem Sorus.

Fam. 4. Gleicheniaceae und

Fam. 5. Schizaeaceae nur in den Tropen.

Bemerkenswerth ist *Lygodium*, dessen gefiederte Blätter eine ausserordentliche Länge erreichen und mit ihrer Mittelrippe sich um Stützen winden.

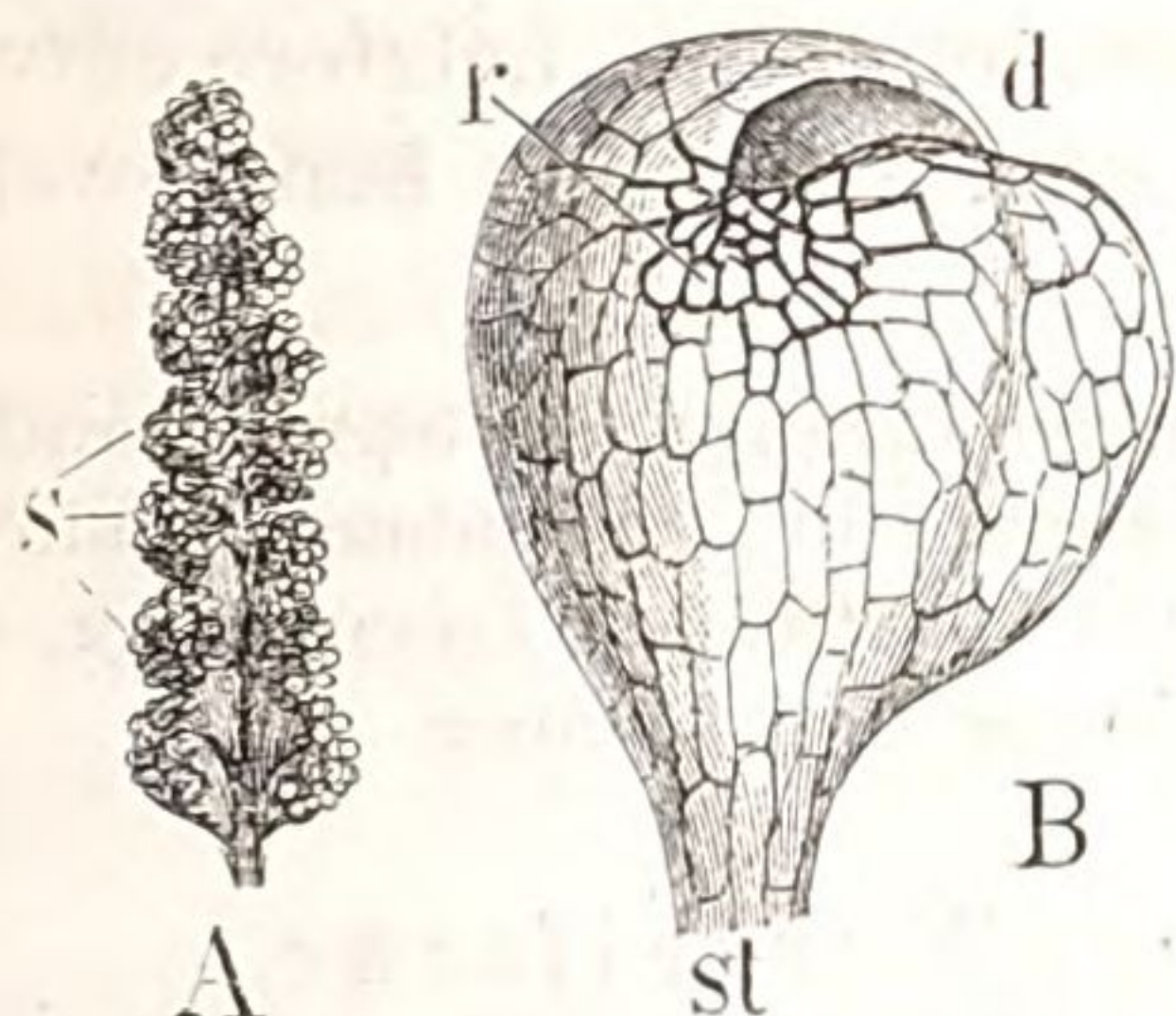


Fig. 122. *Osmunda regalis*. A fertiles Fiederchen mit den randständigen nackten Sori s; an der Basis ist noch etwas Mesophyll entwickelt (natürl. Gr.). B ein einzelnes Sporangium (200), st der kurze Stiel, r der Ring, d die Längsspalte.

Fam. 6. *Osmundaceae*. Die kurzgestielten Sporangien (Fig. 122 B) besitzen statt des Ringes eine eigenthümliche Zellgruppe (Fig. 122 B, r) unter dem Scheitel und springen an der dieser gegenüberliegenden Seite mit einer Längsspalte auf.

Osmunda regalis kommt, wiewohl selten, auch in Deutschland vor. Nur die obersten Fiedern des Blattes sind fruchtbar und entwickeln kein oder nur wenig Mesophyll. Die Sori sind randständig, bestehen aus sehr vielen Sporangien und besitzen kein Indusium (Fig. 122 A, s).

Fam. 7. *Marattiaceae*. Die Sporangien je eines Sorus sind unter sich verwachsen und erscheinen als die Fächer eines sog. Synangiums; sie entwickeln sich als Zellcomplexe. Die Blätter meist von riesigen Dimensionen, tragen an der Basis mächtige Stipulae.

Marattia, *Kaulfussia*, *Angiopteris*, *Danaea* kommen in den Tropen vor.

Fam. 8. *Ophioglosseae*. Diese Familie entfernt sich am meisten von den übrigen Farnen, schliesst sich aber in mehrfacher Beziehung an die vorigen Familien an. Das Prothallium ist nicht flächenartig, chlorophyllreich, sondern ein unterirdischer Gewebekörper. Der Stamm der sporenbildenden Pflanze bleibt stets kurz und bei den einheimischen Arten unterirdisch; er trägt immer nur ein oder wenige gleichzeitig entwickelte oberirdische Blätter. Die in den nächsten Jahren zur Entfaltung gelangen-

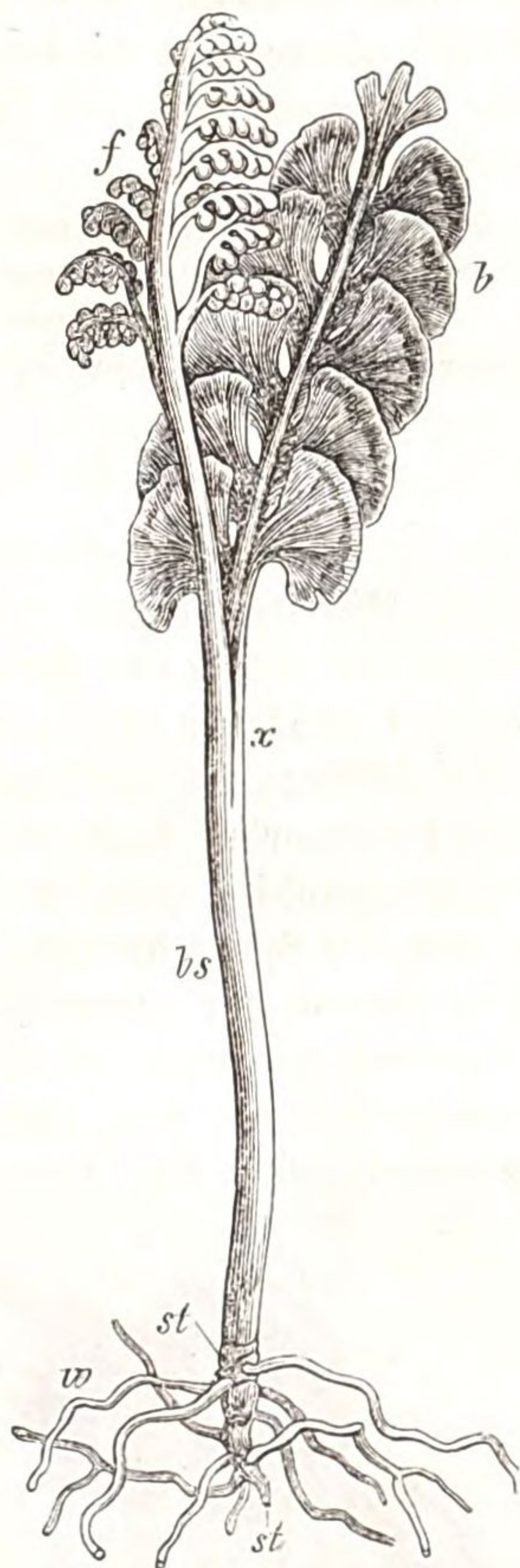


Fig. 123. *Botrychium Lunaria*, (nat. Gr.), st Stamm, w Wurzeln; bs Blattscheide; b steriler, f fruchtbarer Zweig des Blattes (nach Sachs).

den Blätter findet man von der scheidigen Basis des ausgewachsenen Blattes und dessen Nebenblättern umschlossen am Stammende. Die fruchtbaren Blätter unterscheiden sich von den unfruchtbaren dadurch, dass aus der Oberseite des Blattstiels eine Auszweigung entspringt, welche entweder sofort (*Ophioglossum*) oder erst an weiteren Seitenzweigen (*Botrychium* Fig. 123 f) die grossen randständigen Sporangien trägt. Letztere entwickeln sich als Zellcomplexe, bei *Ophioglossum* eingesenkt ins Blattgewebe und besitzen keinen Ring.

Ophioglossum vulgatum mit ungetheilter zungenförmiger Blattspreite und linealischer ungetheilte fruchtbarer Auszweigung, kommt in Deutschland ziemlich selten vor. — Etwas häufiger ist, besonders in Gebirgen, *Botrychium Lunaria* (Fig. 123) mit gefiederter Blattspreite und rispenartiger fruchtbarer Auszweigung.

Ordnung 2. Rhizocarpeae, Wurzelfarne.

Die Sporen sind zweierlei; die Makrosporangien enthalten je eine Makrospore, die Mikrosporangien zahlreiche Mikrosporen; die Prothallien sind klein und ragen nur wenig aus der Spore hervor.

Fam. 4. *Salviniaaceae* mit der einzigen Gattung *Salvinia*. Das männliche Prothallium ist ein aus der Mikrospore hervorwachsender Schlauch, an dessen vorderem Ende in zwei Zellen, dem rudimentären Antheridium, die Spermatozoiden gebildet werden. Das weibliche Prothallium tritt nur wenig aus der Spore hervor.

Der Stamm der sporenbildenden Pflanze schwimmt auf der Oberfläche des Wassers und trägt auf der oberen Seite vier Reihen grüne flach ausgebreitete Luftblätter (Fig. 124 l), auf der unteren zwei Reihen fein zertheilter Wasserblätter (Fig. 124 w). Wurzeln fehlen vollständig. Die Sori

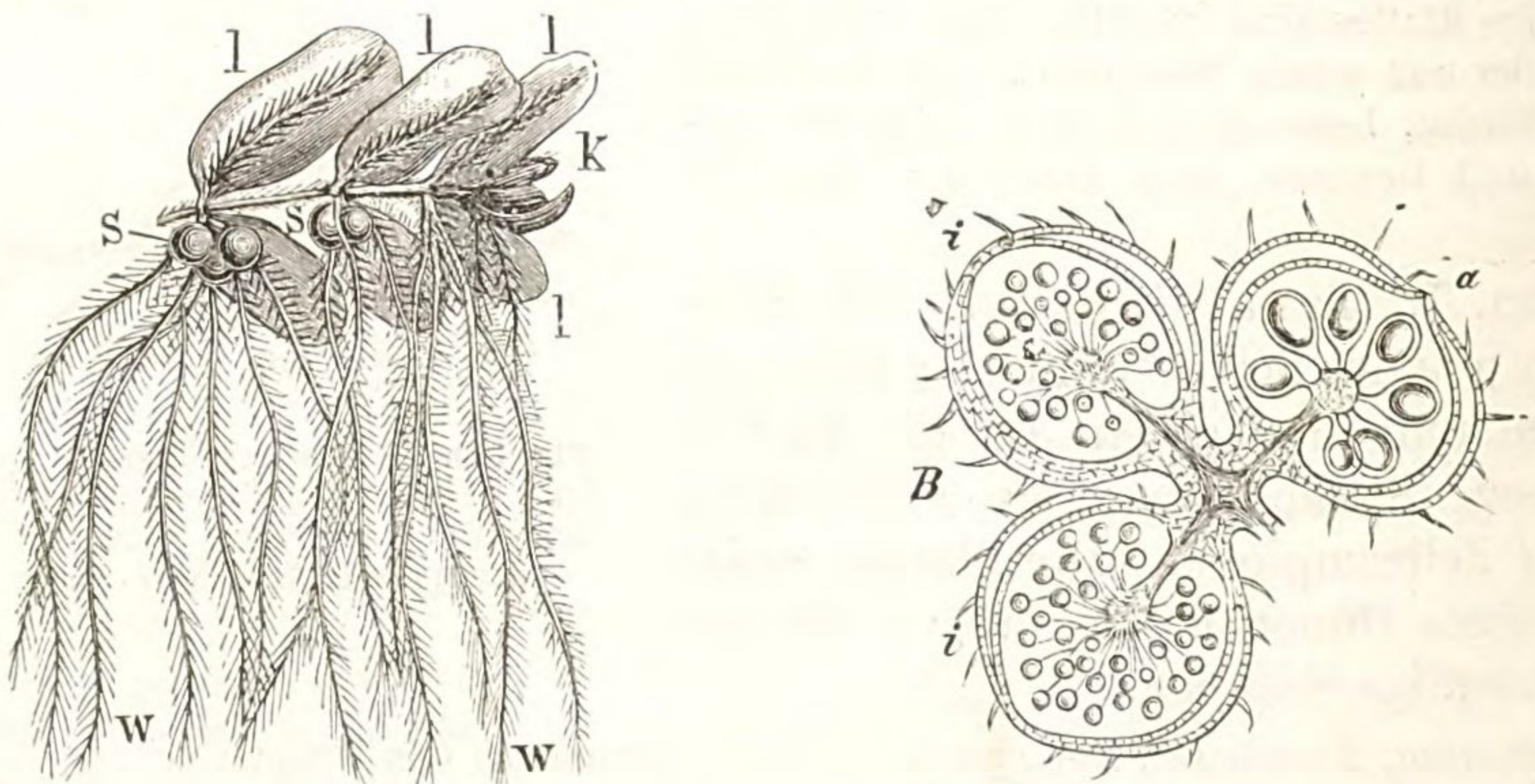


Fig. 124. Stammende von *Salvinia natans*, schräg von unten gesehen (natürl. Gr.). *lll* Luftblätter, *ww* Wasserblätter mit den Sori *ss*; *k* Terminalknospe des Stammes. *B* Längsschnitt durch drei fruchtbare Zipfel eines Wasserblattes (10); *ii* zwei Früchte mit Mikrosporangien, *a* eine mit Makrosporangien (nach Sachs).

stehen an den Wasserblättern (Fig. 124 s); jeder einzelne Sorus wird von einem dicken Indusium vollständig umschlossen und hat einen Durchmesser von etwa 5 Millimeter; auf dem säulenartigen Receptaculum stehen im

Innern dieser sog. Frucht die Sporangien; in den einen Sori zahlreiche, langgestielte Mikrosporangien (Fig. 124 B, i, i), in den anderen weniger zahlreiche, kurzgestielte Makrosporangien (Fig. 124 B, a).

Salvinia natans kommt stellenweise häufig in Deutschland vor.

Fam. 2. *Marsiliaceae* mit zwei Gattungen *Marsilia* und *Pilularia*. Die Bildung des männlichen Prothalliums unterbleibt vollständig, indem der gesamte Inhalt der Mikrospore ohne weitere Vorbereitungen in eine Anzahl die Spermatozoiden erzeugender kleiner Zellen zerfällt.

Der Stamm von *Marsilia* (Fig. 125) kriecht auf dem Grunde des Wassers und trägt oberseits zwei Reihen langgestielter Blätter mit viertheiliger Spreite. Die Unterseite des Stammes bildet nur Wurzeln. Die fruchtbaren Blätter sind über ihrer Basis verzweigt; der eine Zweig gleicht den sterilen Blättern völlig, der andere aber stellt eine bohnenähnliche Frucht vor (Fig. 125 f), in deren Innerem mehrere Sori von dünnen Indusien umschlossen enthalten sind. Diese Frucht besteht ähnlich, wie die der Phanerogamen aus einem zusammengeschlagenen Blatt; die Sporangien entstehen aus einzelnen oberflächlichen Zellen der Innenfläche der Fruchtwand. In jedem Sorus stehen sowohl Makro- als Mikrosporangien.

Marsilia quadrifolia kommt hie und da bei uns vor, zahlreiche andere, sehr ähnliche Arten in wärmeren Klimaten.

Pilularia globulifera, mit schmalen spreitenlosen Blättern hat im Uebrigen viel Aehnlichkeit mit *Marsilia*.

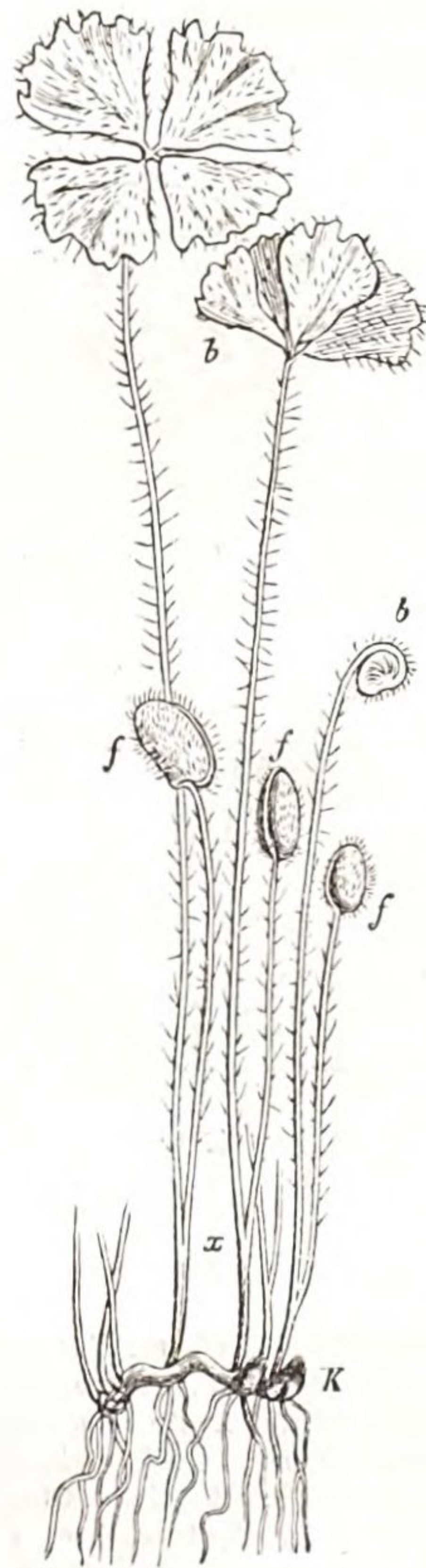


Fig. 125. *Marsilia salvatrix* ($\frac{1}{2}$ der natürl. Grösse), k Stammende, b Blätter, f die Früchte, bei x aus den Blattstielen entspringend (nach Sachs).

Classe VI.

Equisetinae.

Die fruchtragenden Blätter stehen in zahlreichen Quirlen eine Aehre am Gipfel der Stengel bildend, sind schildförmig und tragen die Sporangien, welche als Zellcomplexe entstehen, auf ihrer Unterseite. Die Sporen sind alle gleich.

Die Classe enthält nur eine Gattung, *Equisetum*, Schachtelhalm.

Das Prothallium ist reich verzweigt, kraus und trägt die Antheridien an den Enden der Lappen, die Archegonien in den Winkeln.

Die sporenbildende Pflanze besteht aus unterirdischen farblosen Sprossen, welche jährlich grüne Sprosse, die meist von nur einjähriger Lebensdauer sind, über die Erde hervortreiben. Statt der Blätter stehen an den Knoten zwischen den langen Internodien vielzählige ringsum geschlossene Scheiden (Fig. 126 A, *v*). Die Oberfläche der oberirdischen Internodien ist gewöhnlich nicht glatt, sondern mit regelmässig abwechselnden längs verlaufenden Erhabenheiten (Riefen) und Vertiefungen (Rillen) ausgestattet (Fig. 126 B); jede Riefe entspricht dem Zahn einer Scheide. Diese äussere Beschaffenheit des Stengels steht im engsten Zusammenhange mit dem anatomischen Bau. Die Fibrovasalstränge sind in einen Kreis geordnet (Fig. 126 B, *s*); jeder Strang besitzt eine durch Zerreißen der Ringgefässe entstandene Höhlung (*k*); da die Fibrovasalstränge auf denselben Radien, wie die Riefen der Oberfläche liegen, hat man diese Höhlungen als Kan-

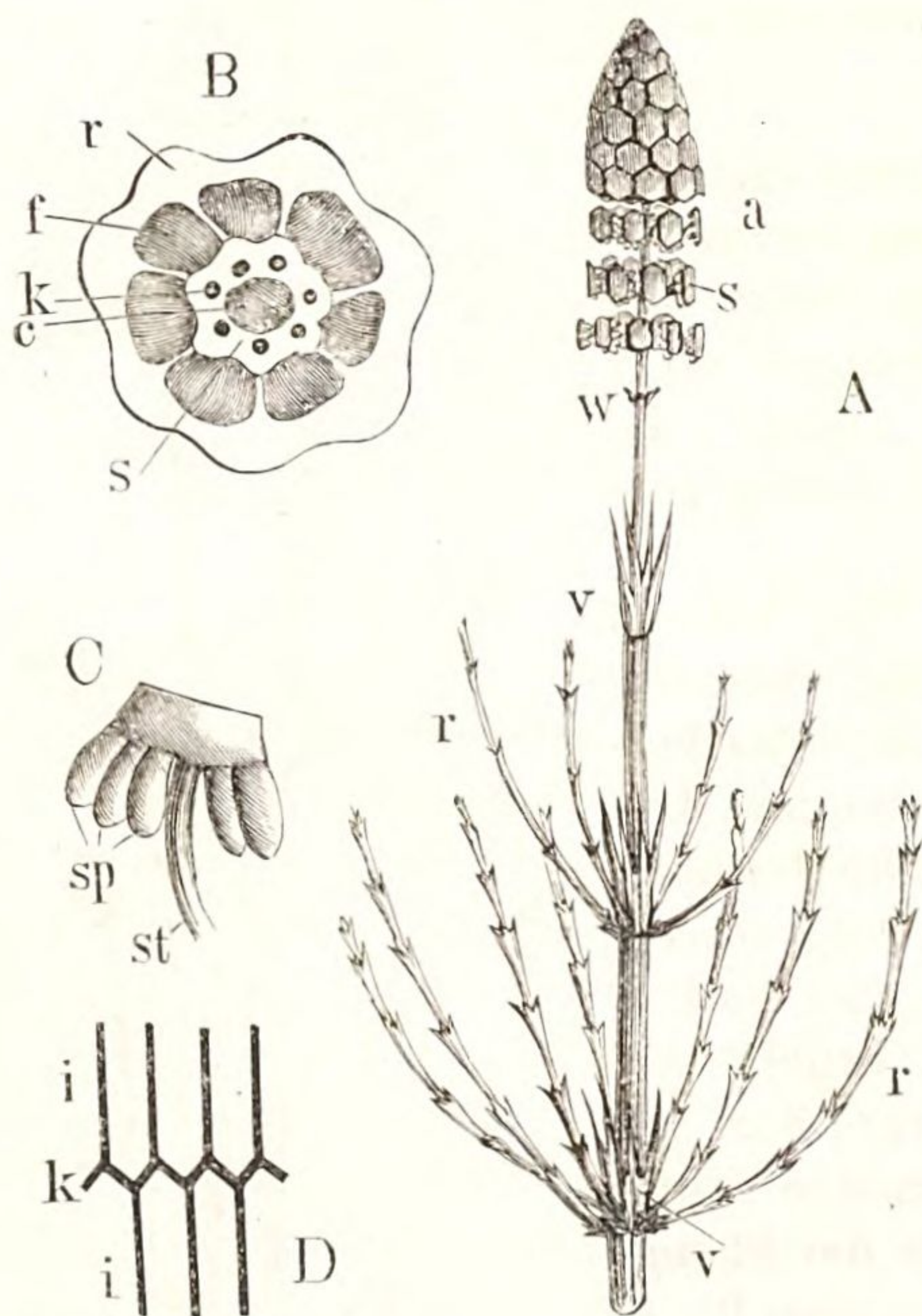


Fig. 126. A Oberer Theil eines fruchttragenden Stengels von *Equisetum palustre*. *v* Blattscheiden, unter ihnen entspringen die Aeste *r*; *w* oberste sterile Blattscheide, *a* die Fruchtlähre, *s* die schildförmigen fruchtbaren Blätter. B Querschnitt eines Stengels derselben Pflanze (6mal vergr.). *c* Centralhöhle; *s* die in einen Kreis gestellten Fibrovasalstränge; jeder davon mit einer Höhlung *k*; *f* die unter den Rillen liegenden Höhlungen; *r* die Riefen. C Sporangientragender Schild (10mal vergr.), *st* der Stiel, *sp* Sporangien. D Schema des Strangverlaufs an der Grenze zweier Internodien *ii*; *k* der Knoten.

tenlücken bezeichnet. Das Rindengewebe besitzt ebenfalls grosse Hohlräume, die vor den Rillen liegen (Fig. 126 B, *f*), daher Furchenlücken genannt; auch das Mark wird durch einen grossen Luftraum, die Centralhöhle (Fig. 126 B, *c*) ersetzt. Die Aeste entspringen an der Basis der Scheide zwischen den Zähnen und sind dem Hauptspross gleich gebaut.

Die fruchtbaren Sprosse endigen mit einer Gipfelähre (Fig. 126 A, *a*) der zu sporangientragenden Schildern umgewandelten Blätter. Die letzte Blattscheide unter dieser Ähre ist verkürzt und heisst Ring (*annulus*) (Fig. 126 A, *w*). Die Schilder stehen in zahlreichen Quirlen, sind gestielt und tragen nach innen gekehrt die Sporangien in Form von Säcken, die sich durch Risse nach innen öffnen (Fig. 126 C, *sp*). Die Sporen bilden eine doppelte Membran; die äussere, welche mit der inneren nur an einem

Punkte zusammenhängt, wird durch schraubenlinig verlaufende Risse in zwei Schraubenbänder aufgeschlitzt, welche sich beim Austrocknen kreuzförmig auseinander schlagen, beim Befeuchten wieder zusammenrollen.

Die verschiedenen Arten von *Equisetum* bewohnen sämtlich feuchte Standorte, Sümpfe, feuchte Aecker und Wälder. Während einige tropische Arten eine enorme Höhe (mit verhältnissmässig geringer Dicke) erreichen und die vorweltlichen Formen riesige Dimensionen besaßen, erreichen unsere einheimischen höchstens die Höhe von einigen Fussen bei einer Dicke von etwa $\frac{1}{2}$ Zoll. Bei *E. arvense* und *Telmateia* sind die fruchtbaren Sprosse, welche im Frühjahr vor den grünen sterilen erscheinen, chlorophyllfrei und unverzweigt; *E. palustre* (Fig. 126), *limosum*, *hiemale* u. s. w. tragen die Sporangienähren auf dem Gipfel der gewöhnlichen grünen, verzweigten oder unverzweigten Sprosse; bei *E. silvaticum* endlich erzeugen die fruchtbaren Sprosse, welche bis zur Sporenreife den chlorophyllfreien von *arvense* ganz ähnlich sind, nachher grüne Seitenzweige, wodurch sie den sterilen fast gleich werden.

Classe VII.

Lycopodinae.

Die Blätter sind meist klein, die fruchttragenden häufig eine bestimmte Region des Stengels bildend. Die Sporangien, welche sich als Zellcomplexe entwickeln, stehen fast immer in der Blattachsel oder nächst der Basis des Blattes auf dessen Oberseite.

Ordnung 1. Lycopodieae.

Die Sporen sind alle gleichartig, die Prothallien gross, selbständig. Die Sporangien sind Auswüchse der Blattbasis und stehen in der Blattachsel. Der Stamm wächst stark in die Länge und trägt zahlreiche, verhältnissmässig kurze Blätter.

Das Prothallium von *Lycopodium* ist ein umfangreicher unterirdischer Gewebekörper, welcher Archegonien und eingesenkt die Antheridien trägt.

Der Stamm der sporenbildenden Pflanze wächst stark in die Länge, kriecht meist am Boden hin und verzweigt sich anscheinend dichotomisch in verschiedenen Ebenen. Die Internodien sind kurz, die Blätter stehen dicht gedrängt in zerstreut spiraliger oder decussirter Anordnung. Die Wurzeln sind dichotomisch verzweigt.

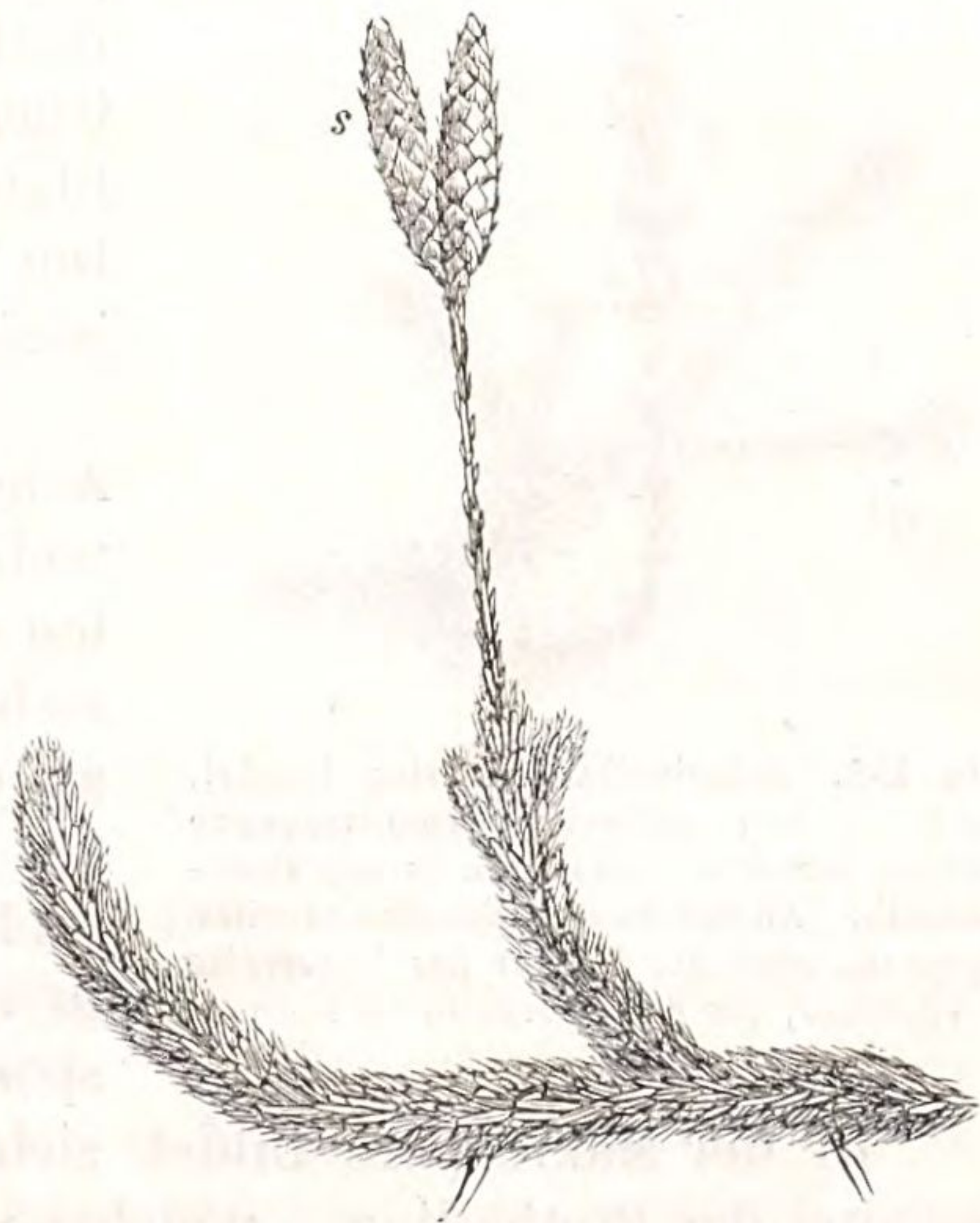


Fig. 127. Stück von *Lycopodium clavatum*, etwas verkleinert, s die Fruchtfähren.

Die Sporangien entstehen im Gewebe der fruchtbaren Blätter und wölben sich nach aussen. Die fruchtbaren Blätter sind bei einigen Arten (z. B. *L. Selago*) den sterilen ganz gleichgestaltet, bei den anderen davon verschieden, nicht grün und bilden dann auch eigene Fruchtfähren, welche bei *L. clavatum* auf besonderen kurzbeblätterten Stielen stehen (Fig. 427 s).

Lycopodium clavatum und *anotinum* sind die in unseren Wäldern am häufigsten Arten.

Die ausländischen Gattungen *Tmesipteris*, *Phylloglossum* und *Psilotum* (welches keine ächten Wurzeln besitzt) sind im Habitus von *Lycopodium* ziemlich verschieden, jedoch noch nicht vollständig bekannt.

Officinell: *Lycopodium*, d. h. die Sporen von *Lycopodium clavatum*.

Ordnung 2. Selaginelleae.

Die Sporen sind zweierlei; die Makrosporen sind zu je viere in einem Makrosporangium, die Mikrosporen zahlreich im Mikrosporangium enthalten; beiderlei Sporangien stehen in der Blattachsel. Die Prothallien sind klein und ragen aus der Spore nur wenig vor. Der Stamm wächst stark in die Länge und trägt zahlreiche kurze Blätter.

Die Gattung *Selaginella* hat äusserlich einige Aehnlichkeit mit den *Lycopodien*; der Stengel verzweigt sich anscheinend dichotomisch immer in einer Ebene und bildet öfters complicirte Verzweigungssysteme; er kriecht bei einigen Arten am Boden hin, bei anderen ist er aufrecht, selbst strauchartig. Die Internodien sind kurz und tragen kurze, oft rundliche Blätter, welche meist in vier Reihen stehen und auf den beiden Seiten des Stammes verschiedene Form haben, derart, dass von den decussirten Blattpaaren jedes aus einem grösseren Unterblatt (Fig. 428 u) und einem kleineren Oberblatt (o) besteht. An der Basis des Blattes steht eine kleine häutige Ligula. Die Wurzeln verzweigen sich dichotomisch in sich kreuzenden Ebenen.

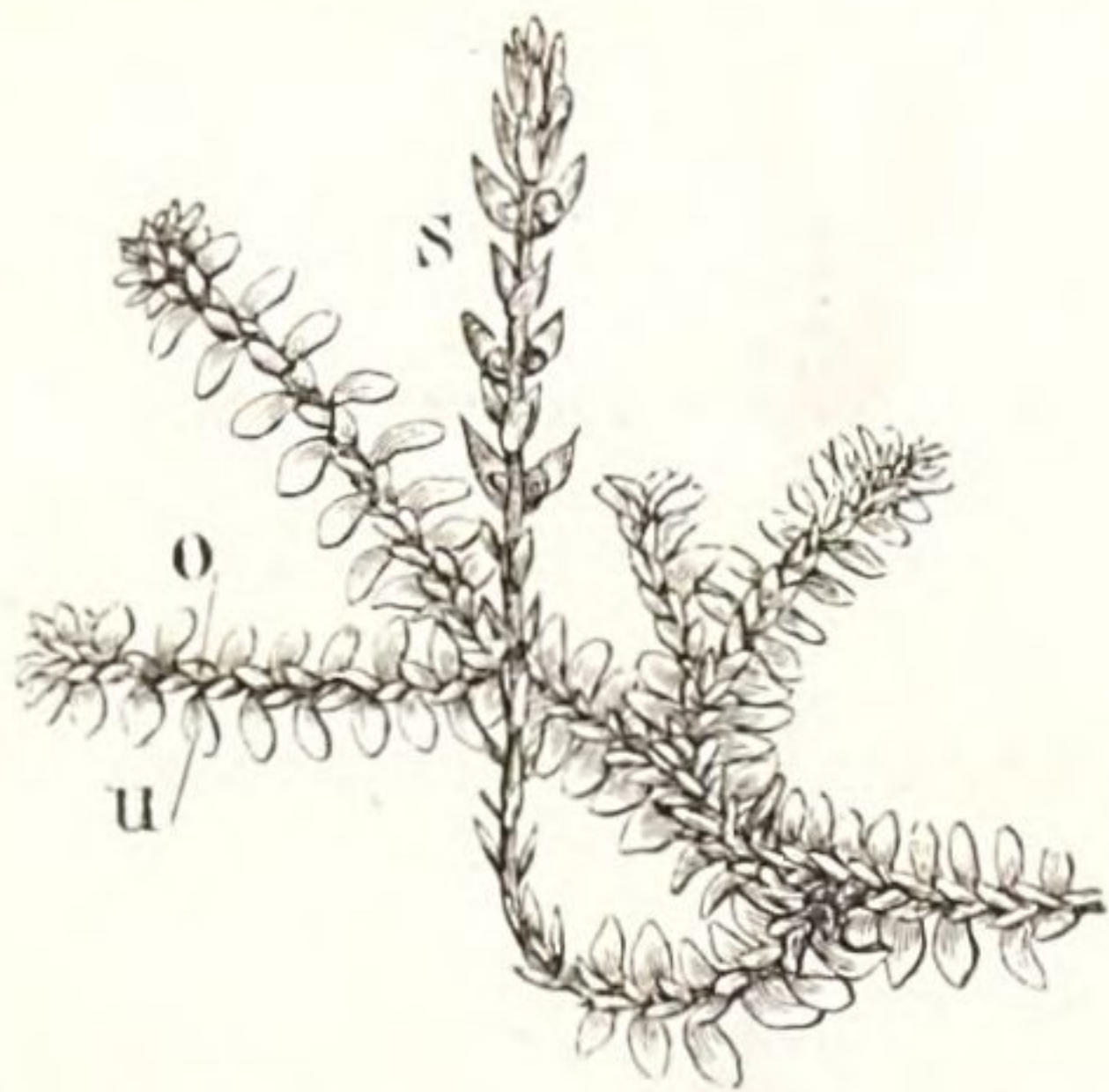


Fig. 128. *Selaginella helvetica* (natürl. Gr.). s Der aufrechte fruchttragende Spross mit den Sporangien in den Blattachseln. An den niederliegenden sterilen Sprossen sind die Blätter der Unterseite (u) grösser, die der Oberseite (o) kleiner.

Die Sporangien stehen einzeln in der Achsel der fruchtbaren Blätter, welche bisweilen in der Form etwas von den sterilen verschieden sind. Die Mikrosporangien stehen gewöhnlich weiter oben am Spross als die Makrosporangien. Letztere enthalten je vier Makrosporen, indem von den zahlreichen Mutterzellen nur eine sich theilt in vier Tochterzellen, welche zu den Makrosporen heranwachsen.

In der Makrospore bildet sich schon während der Reife unter dem Scheitel das Prothallium, welches später nach der Aussaat aus dem an den drei Kanten aufreissenden Scheitel hervorragt und hier ein oder mehrere Archegonien trägt; der übrige Raum der Spore wird dann von einem Gewebe ausgefüllt, das man als Endosperm (s. unten p. 447) bezeichnen kann (Fig. 448).

In der Mikrospore wird das Prothallium angedeutet, indem eine sich weiter nicht verändernde Zelle abgeschieden wird, während in der andern durch wiederholte Theilungen die Mutterzellen der Spermatozoiden gebildet werden.

Selaginella helvetica mit kriechendem bilateralem Stengel wächst in Gebirgs-
gegenden häufig an Mauern, auf der Erde. — *S. Kraussiana* wird häufig cultivirt. —
S. spinulosa mit mehrreihig beblättertem Stengel kommt ebenfalls in Gebirgen vor und
hat ganz das Aussehen eines kleinen *Lycopodium*.

Ordnung 3. Isoëteae.

Die Sporen sind zweierlei; die Makrosporen finden sich zahlreich in den Makrosporangien. Beiderlei Sporangien stehen an der Oberseite der Blätter nahe an deren Basis. Die Prothallien sind klein und ragen nur wenig aus der Spore vor. Der Stamm bleibt kurz und trägt zahlreiche lange Blätter.

Die Gattung *Isoëtes* enthält Wasserpflanzen, welche am Grunde von Seen u. dgl. leben. Der Stamm ist kurz; an zwei oder drei Längslinien desselben bilden sich durch Vermehrung des Rindengewebes weit hervorstehende Flügel, zwischen welchen die Wurzeln hervorbrechen. Die zahlreichen Blätter haben eine entwickelte Scheide, von welcher die lange schmale Spreite durch eine Grube getrennt ist. Am Rande dieser Grube steht eine Ligula.

Die Sporangien sind in eine Vertiefung der Blattscheide eingesenkt; die Makrosporangien finden sich an den äusseren, die Mikrosporangien an den inneren Blättern. Beiderlei Sporangien werden von Zellfäden zwischen den Sporen durchzogen.

Die Entwicklung der Prothallien ist ähnlich wie bei *Selaginella*.

Isoëtes lacustris und andere Arten kommen in kalkarmen Seen auch in Deutschland vor.

Vierte Gruppe.

Die Phanerogamen.

Das hervorragendste Merkmal dieser Gruppe ist die Bildung von Samen, welche durch die Befruchtung auf der Pflanze selbst gebildet und im Zustande der Reife abgeworfen werden. Der Same enthält dann innerhalb der Samenschale den Embryo, d. h. die junge Pflanze, an der meist schon Stamm, Blätter und Wurzeln bis zu einem gewissen Grade ausgebildet sind und welcher sich nach einer Zeit der Ruhe bei der Keimung zu einem dem ursprünglichen gleichartigen Individuum weiter entwickelt. Ausserdem enthält der Same gewöhnlich noch ein Gewebe, das Endosperm, welches jedoch bei einer Anzahl von Ordnungen schon vor der

Samenreife wieder aufgezehrt wird, bei wenigen überhaupt gar nicht zur Entwicklung kommt.

Während bei der vorhergehenden Gruppe, den Gefässkryptogamen, die zum Zwecke der Fortpflanzung sich ablösenden Gebilde einzellige Sporen sind, welche erst auf längerem oder kürzerem Wege die Sexualorgane erzeugen, findet hier die Befruchtung noch auf der Pflanze selbst statt, und erst der ruhende Embryo umschlossen von Theilen der Mutterpflanze wird abgeworfen.

Wie nun bei vielen Gefässkryptogamen (*Equisetum*, viele *Selaginellen* und *Lycopodien*) die sporenbildenden Blätter von anderer Gestalt, als die Laubblätter sind und zu einer bestimmten Region auf der Spitze gewisser begrenzter Sprosse zusammengestellt sind, so bilden sich hier, bei den Phanerogamen die Sexualorgane auf eigenthümlich gestalteten Blättern, die an der Spitze eines begrenzten Sprosses zusammengestellt sind; dieser Spross, dessen Blätter die Sexualorgane bilden, ist die Blüthe.

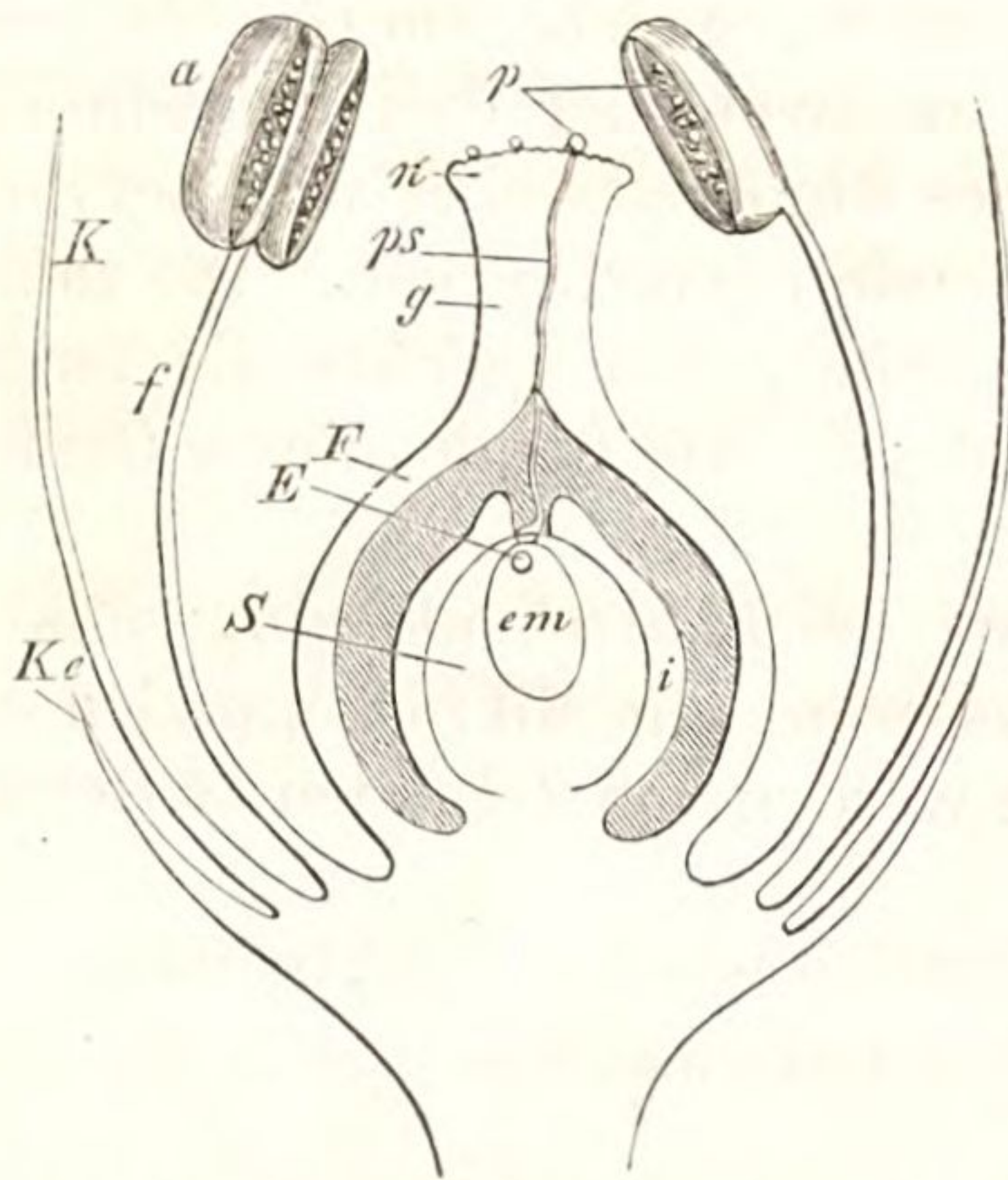


Fig. 129. Schema einer Blüthe; *Ke* Kelch, *K* Krone, *f* Filament, *a* Anthere mit je zwei Pollensäcken, welche sich geöffnet haben und die Pollenkörner (*p*) entlassen. Diese gelangen auf die Narbe *n* und treiben den Pollenschlauch *ps* durch den Griffel *g* in die Höhlung des Fruchtknotens *F*, zur Samenknope *S*; *i* deren Integument, *em* der Embryosack; *E* die Eizelle.

Die wichtigsten Theile der Blüthe sind einerseits die Staubblätter (Staubgefässe oder Staubfäden); sie tragen die Pollensäcke, in welchen die männlichen Zellen, die Pollenkörner (der Blütenstaub, (Fig. 129 *p*) gebildet werden; andererseits die Fruchtblätter (Carpelle); sie tragen die Samenknospen (Fig. 129 *S*), d. h. die jungen Samenanlagen, in welchen die Eizelle (Fig. 129 *E*) enthalten ist.

Die Gesamtheit aller Staubblätter einer Blüthe wird als Androeceum, die aller Fruchtblätter einer Blüthe als Gynaeeceum bezeichnet; ausserdem finden sich an der Blüthe noch andere Blattgebilde, welche mit der Befruchtung direct nichts zu thun haben; sie werden als Blüthenhülle (Perianthium, Perigon) bezeichnet (Fig. 129 *Ke*, *K*). Wo diese drei Theile in einer Blüthe vorhanden sind, steht stets das Perigon zu äusserst, d. h. zu unterst an der Blütenaxe; darauf folgt das Androeceum und stets dem Scheitel der Axe am nächsten, das Gynaeeceum.

In den Pollensäcken entstehen durch Viertheilung der Mutterzellen die Pollenkörner; das Pollenkorn ist bei der grösseren Abtheilung, den Angiospermen, einzellig; die Membran besteht aus zwei Schichten, einer äusseren derberen, oft mit zierlichen Verdickungen versehenen, der Exine, und einer inneren zarteren, der Intine; die von der letzteren Haut umschlossene Zelle wächst zum Zweck der Befruchtung unter Durchbrechung

der Exine zum Pollenschlauch aus. Bei den Gymnospermen besteht das Korn aus mehreren, gemeinschaftlich von der Exine umschlossenen Zellen.

Die Pollenkörner entsprechen den Mikrosporen der höheren Gefäßkryptogamen; die Vielzelligkeit derselben bei den Gymnospermen erinnert an die rudimentäre Prothallienbildung bei Selaginella; es unterbleibt jedoch die Bildung der Spermatozoiden. Die Pollensäcke entsprechen den Mikrosporangien, das ganze Staubblatt einem Blatt von Selaginella, das (dort nur) ein Mikrosporangium trägt.

Die Fruchtblätter tragen die Samenknospen entweder offen auf ihrer Oberfläche (Gymnospermen) oder bilden ein Gehäuse, in welchem die Samenknospen eingeschlossen sind, den Fruchtknoten (Fig. 429 F), welcher bei der Reife zur Frucht wird (Angiospermen).

Die Samenknospe besteht aus drei Theilen:

1) einem Stiel, Funiculus, Nabelstrang genannt, mit welchem sie befestigt ist (Fig. 430 f);

2) einer oder zwei Hüllen, Integumenten, (Fig. 430 ai, ii), welche am vorderen Ende nicht vollständig geschlossen sind, sondern einen kurzen Gang, die Mikropyle (Fig. 430 m) frei lassen;

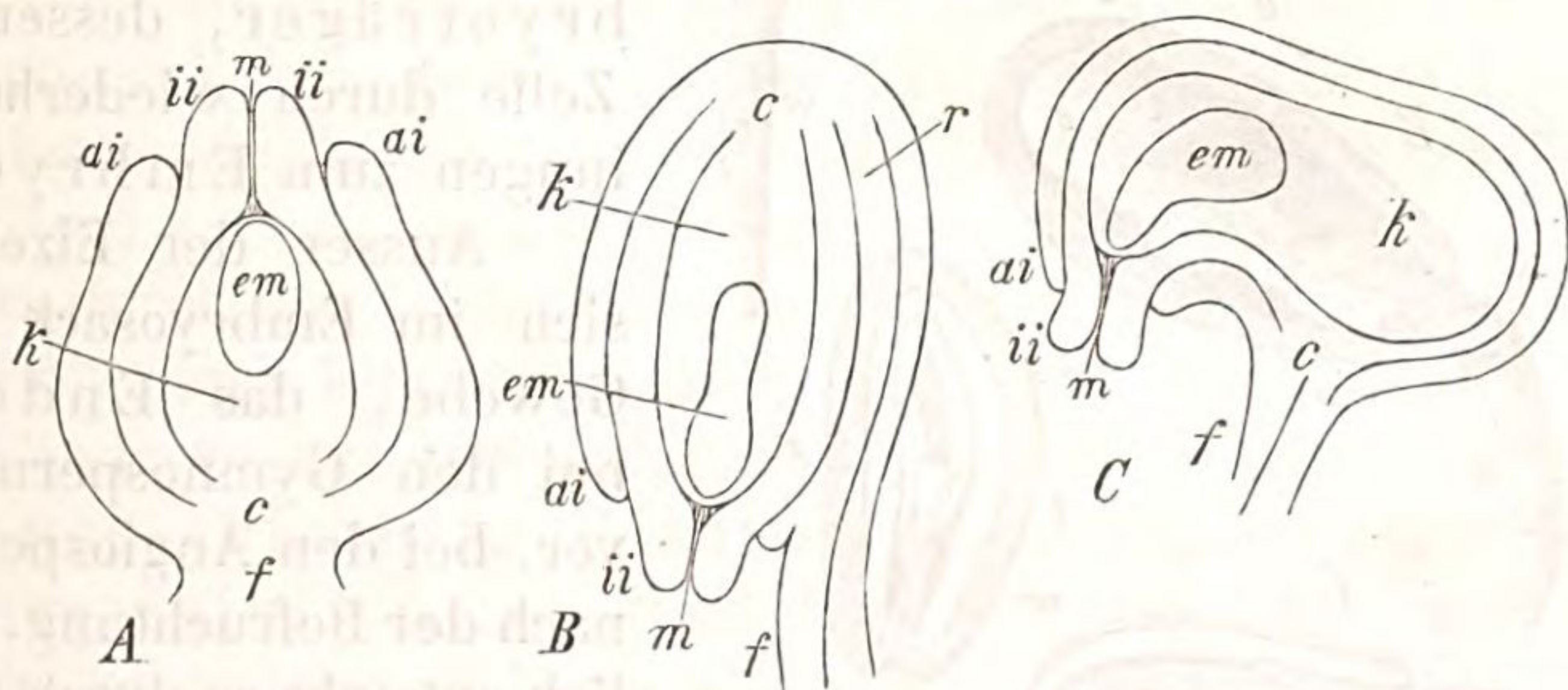


Fig. 130. Samenknospen, schematisch, A gerade, B anatrop. C campylotrop; f Funiculus; ai äusseres, ii inneres Integument, m Mikropyle, k Knospenkern, em Embryosack, r Rhaphe.

3) dem Kern oder Knospenkern (nucleus Fig. 430 k).

Nach der gegenseitigen Lage und Gestalt dieser drei Theile unterscheidet man:

a) gerade (atrophe, orthotrophe) Samenknospen (Fig. 430 A), wenn der Knospenkern gerade in der Verlängerung des meist kurzen Funiculus liegt;

b) anatrophe (umgewendete) (Fig. 430 B), wenn der Kern sammt den Hüllen von seiner Basis an umgewendet und die Hülle mit dem Funiculus der Länge nach an der sog. Nath (Rhaphe Fig. 430 B, r) verwachsen ist;

c) campylotrophe (gekrümmte) (Fig. 430 C), wenn der Kern sammt den Hüllen selbst gekrümmt ist.

Eine Zelle des Kerns vergrössert sich sehr stark und wird zum Embryosack (em), in welchem nahe dem vorderen, d. h. der Mikropyle zugekehrten Ende die Eizelle gebildet wird, bei den Angiospermen unmit-

telbar durch freie Zellbildung, bei den Gymnospermen erst in besonderen Organen, den Corpusculis.

Die Befruchtung wird dadurch eingeleitet, dass ein Pollenkorn in die Mikropyle selbst (bei den Gymnospermen), oder auf das obere hierfür bestimmte Ende des Fruchtknotens (Fig. 129 *n*) (bei den Angiospermen)

gelangt, und hier zu einem langen Schlauche, dem Pollenschlauch (Fig. 129 *ps*) auswächst. Dieser dringt bis an die Eizelle (Fig. 129 *E*) vor, in letzterem Falle durch die Mikropyle hindurch, und befruchtet dieselbe durch blosse Berührung, durch Diffusion. In Folge dieser Befruchtung umgibt sich die Eizelle mit einer Membran und wächst gegen das Innere des Embryosacks hin aus, zunächst zu einer Zellreihe, dem Embryoträger, dessen unterste Zelle durch wiederholte Theilungen zum Embryo wird.

Ausser der Eizelle bildet sich im Embryosack noch ein Gewebe, das Endosperm, bei den Gymnospermen schon vor, bei den Angiospermen erst nach der Befruchtung. Gewöhnlich entsteht es durch freie Zellbildung, indem einzelne Zellen in meist grosser Zahl auftreten, welche beim Heranwachsen sich einander berühren und dann durch Theilung noch weiter vermehren. Selten (z. B. Alismaceen) unterbleibt die Bildung des Endosperms vollständig. Bei manchen Pflanzen wird das Endosperm durch den heranwachsenden Embryo wieder verdrängt und aufgezehrt, so dass es im reifen Samen nicht mehr vorhanden ist.

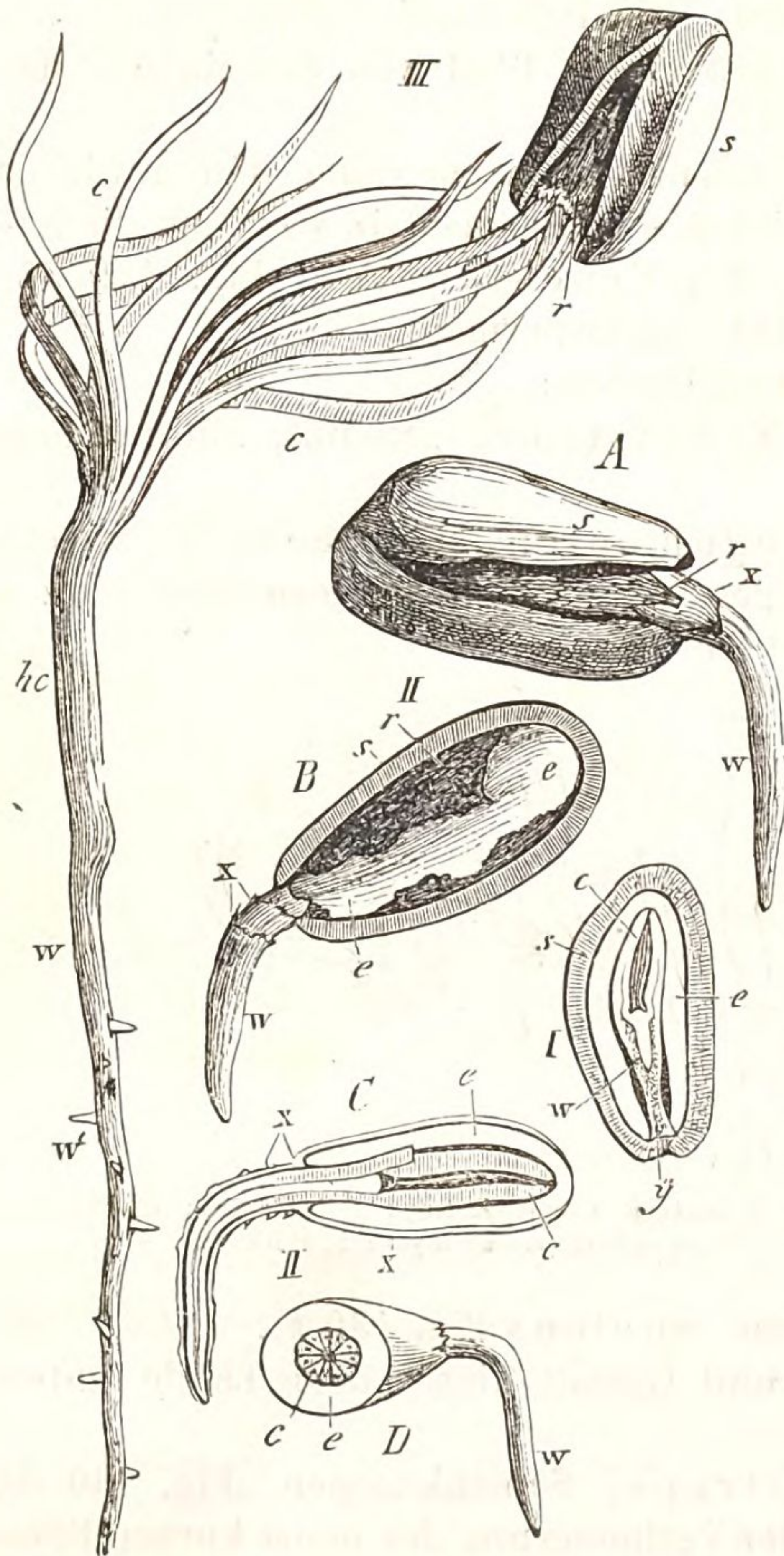


Fig. 131. Keimende Samen von *Pinus Pinea*; I der reife Samen, der Länge nach durchschnitten; *s* Samenschale, *e* Endosperm, *w* Keimwurzel, *c* Cotyledonen, *y* das Mikropylenende; II beginnende Keimung, A von aussen, *x* der Embryosack, B nach Wegnahme der einen Schalenhälfte, *e* Endosperm; C im Längsschnitt ohne Samenschale. D im Querschnitt. III vollendete Keimung; die Cotyledonen *c* entfalten sich, das hypocotyle Glied *hc* ist gestreckt (nach Sachs).

Der Vergleich der weiblichen Sexualorgane und der Befruchtung mit den höchsten Gefässkryptogamen ist schwieriger und soll bei den Gymnospermen besprochen werden.

Der Embryo, wie er im reifen Samen eingeschlossen ist, hat in den allermeisten Fällen schon eine Gliederung in Stamm, Blatt und Wurzel erfahren. Diese erste Wurzel (Fig. 434 w), Hauptwurzel oder Keimwurzel, liegt gerade in der Verlängerung des meist kurzen Stämmchens; dieses trägt am entgegengesetzten Ende die ersten Blätter (Fig. 434 c), welche gewöhnlich von den folgenden auffallend verschieden sind und Keimblätter, Cotyledonen, Samenlappen genannt werden. Bisweilen sind schon die folgenden Blätter an der Gipfelknospe, der Plumula, deutlich sichtbar. Der Theil des Stämmchens von den Cotyledonen abwärts heisst hypocotyles Glied (Fig. 434 III. hc); es geht allmählig in die Wurzel über und wird mit dieser zusammen als Radicula, Würzelchen bezeichnet. Das auf die Cotyledonen folgende Internodium heisst epicotyles Glied. Die Lage des Embryo im Samen ist stets so, dass die Spitze der Hauptwurzel der Mikropyle zugewendet ist, durch welche sie bei der Keimung austritt.

Die Integumente der Samenknospen werden bei der Reife zur Samenschale (Fig. 434 s); hie und da wächst während der Reife noch ein äusserstes Integument heran, der Samenmantel, Arillus. —

Nicht alle Blüthen enthalten die drei oben genannten Theile, Perigon, Androeceum und Gynaeceum; so fehlt das Perigon bei vielen Pflanzen; solche Blüthen, welche sowohl männliche als weibliche Sexualorgane enthalten, heissen zweigeschlechtig, hermaphrodit, Zwitterblüthen (kurz durch das Zeichen ♂ ausgedrückt); es gibt aber auch Pflanzen, bei denen die einen Blüthen (abgesehen von der Blüthenhülle) nur männliche, die anderen nur weibliche Sexualorgane enthalten; solche Blüthen heissen eingeschlechtig, diklinisch, und zwar erstere männlich (♂), letztere weiblich (♀). Sind diese beiderlei Blüthen auf demselben Individuum vereinigt, so heisst dasselbe monoecisch, einhäusig; sind sie aber auf verschiedene Individuen vertheilt, so heisst die Pflanze dioecisch, zweihäusig; und man spricht dann auch von männlichen und weiblichen Individuen. Kommen endlich auf demselben Individuum sowohl eingeschlechtige, als hermaphrodite Blüthen vor, so heisst die Pflanze polygam.

Pflanzen, bei welchen das Individuum nur einmal Blüthen und Früchte erzeugt und nachher abstirbt, heissen monocarpisch; seltener dauert es mehrere, selbst viele Jahre, bis die Blüthenbildung eintritt: mehrjährig monocarpische Pflanzen (z. B. *Agave americana*); viel häufiger sind einjährige Pflanzen (annuae ☉), welche innerhalb eines Jahres die ganze Entwicklung vollenden (z. B. Getreide), und zweijährige (biennes ☉), welche erst im zweiten Sommer Blüthen tragen und dann absterben (z. B. *Cichorium*). Bei den polycarpischen Pflanzen dagegen bringt jedes Individuum jährlich wiederholt Blüthen und Früchte hervor; Bäume und Sträucher (♣) dauern mit oberirdischen holzigen Stämmen aus; die mehrjährigen Kräuter und Stauden (⌵) mit unterirdischen Rhizomen (Zwiebeln u. dgl.).

Die Gruppe zerfällt in zwei Abtheilungen, woyon die eine nur eine, die andere aber zwei Classen enthält:

A. Gymnospermen; die Samenknospe ist nackt, d. h. nicht in einen Fruchtknoten eingeschlossen, sondern steht auf dem ausgebreiteten Fruchtblatt oder ohne Fruchtblatt auf der Blüthenaxe. Im Embryosack bildet sich schon vor der Befruchtung Endosperm, und die Eizelle erst innerhalb besonderer Organe, der Corpuscula. Das Pollenkorn ist mehrzellig.

Classe VIII. Gymnospermae.

B. Angiospermen. Die Samenknospe ist in einen Fruchtknoten eingeschlossen; im Embryosack bildet sich vor der Befruchtung kein Endosperm und direct durch freie Zellbildung die Eizelle. Das Pollenkorn ist einzellig.

Classe IX. Monocotyledones. Der Embryo trägt nur einen Cotyledon; das Endosperm ist im reifen Samen meist gross.

Classe X. Dicotyledones. Der Embryo trägt zwei opponirte Cotyledonen; das Endosperm wird häufig vor der Samenreife ganz aufgezehrt.

Abtheilung A.

Classe VIII.

Gymnospermae.

Die Samenknospe ist nicht in einen Fruchtknoten eingeschlossen, sondern steht an dem ausgebreiteten Fruchtblatt oder ohne Fruchtblatt auf der Axe. Im Embryosack bildet sich schon vor der Befruchtung Endosperm, und die Eizelle erst innerhalb besonderer Organe, der Corpuscula. Das Pollenkorn ist mehrzellig.

Die Blüthen sind immer diklinisch, häufig dioecisch und fast immer ohne Perigon. Die männlichen Blüthen bestehen aus einer verlängerten Axe, welche mit zahlreichen Staubblättern besetzt ist. Diese sind bald schildförmig, ähnlich den sporangientragenden Blättern der Equiseten, bald aber auch in ihrer Form mehr einem gestielten Blatte ähnlich, und tragen auf ihrer Unterseite zwei oder mehrere von einander getrennte Pollensäcke (Fig. 432 A, a), welche in Spalten aufreissend die Pollenkörner entlassen; diese (Fig. 432 B) bestehen mindestens aus zwei, öfters aus mehr Zellen, von denen die grösste (Fig. 432 B, y) zum Pollenschlauch auswächst; die Exine wird dabei in den meisten Fällen zerrissen und abgestreift, seltener (bei den Cycadeen) durchbohrt.

Die weiblichen Blüthen sind Axen, welche bald die Fruchtblätter und

zwischen oder auf diesen die Samenknospen, bald ohne Fruchtblätter nur Samenknospen tragen. Die Fruchtblätter schliessen häufig zeitweise ziemlich fest über den Samenknospen zusammen, ohne jedoch ein gemeinsames oder mehrere einzelne vollständig geschlossene Gehäuse zu bilden.

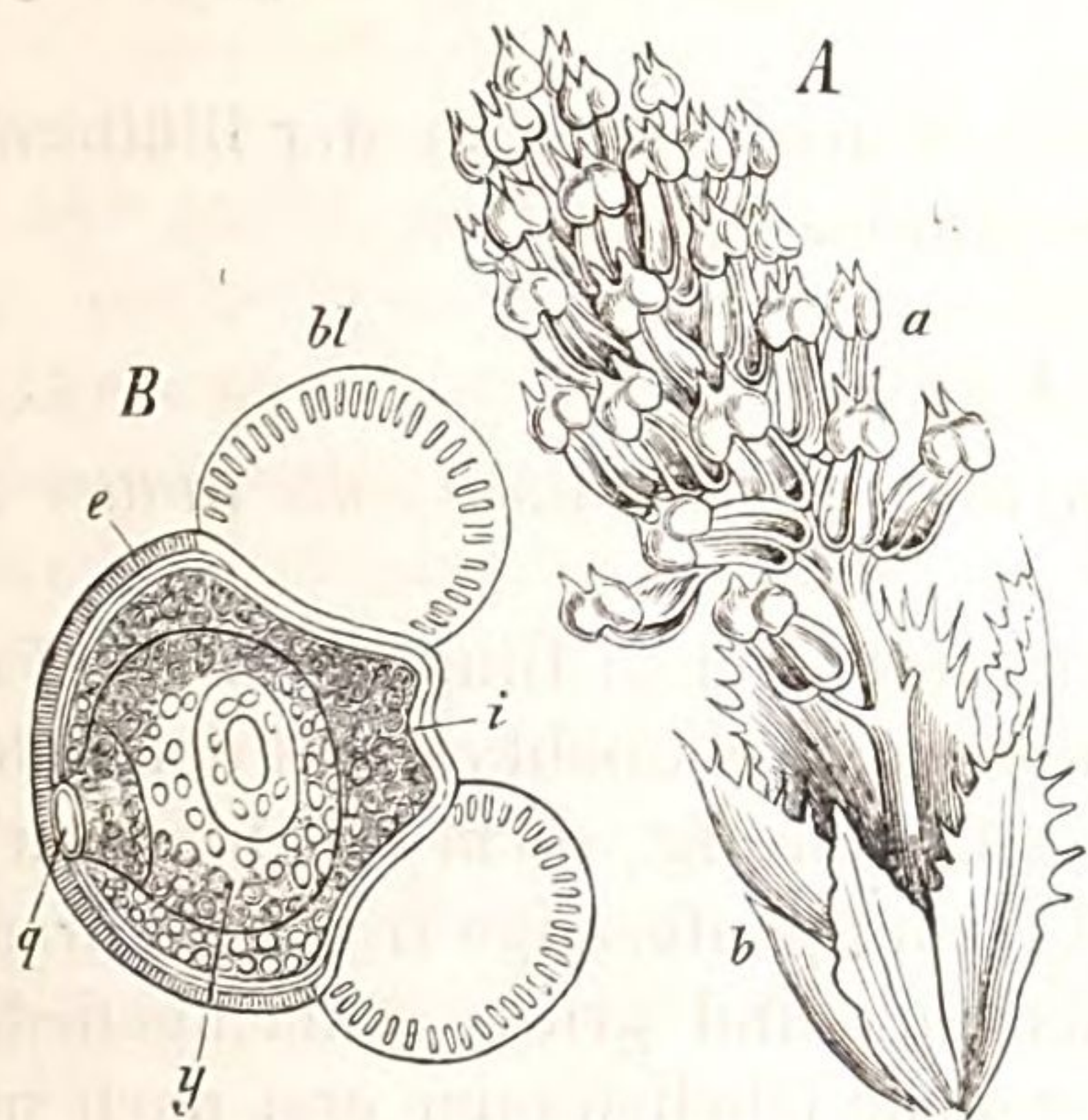


Fig. 132. A Männliche Blüte von *Abies pectinata*; b Hochblätter, a die Staubblätter. B ein Pollenkorn, stark vergrössert; e Exine mit blasigen Auftreibungen bl; i Intine; y die Zelle, welche zum Pollenschlauch auswächst (nach Sachs).

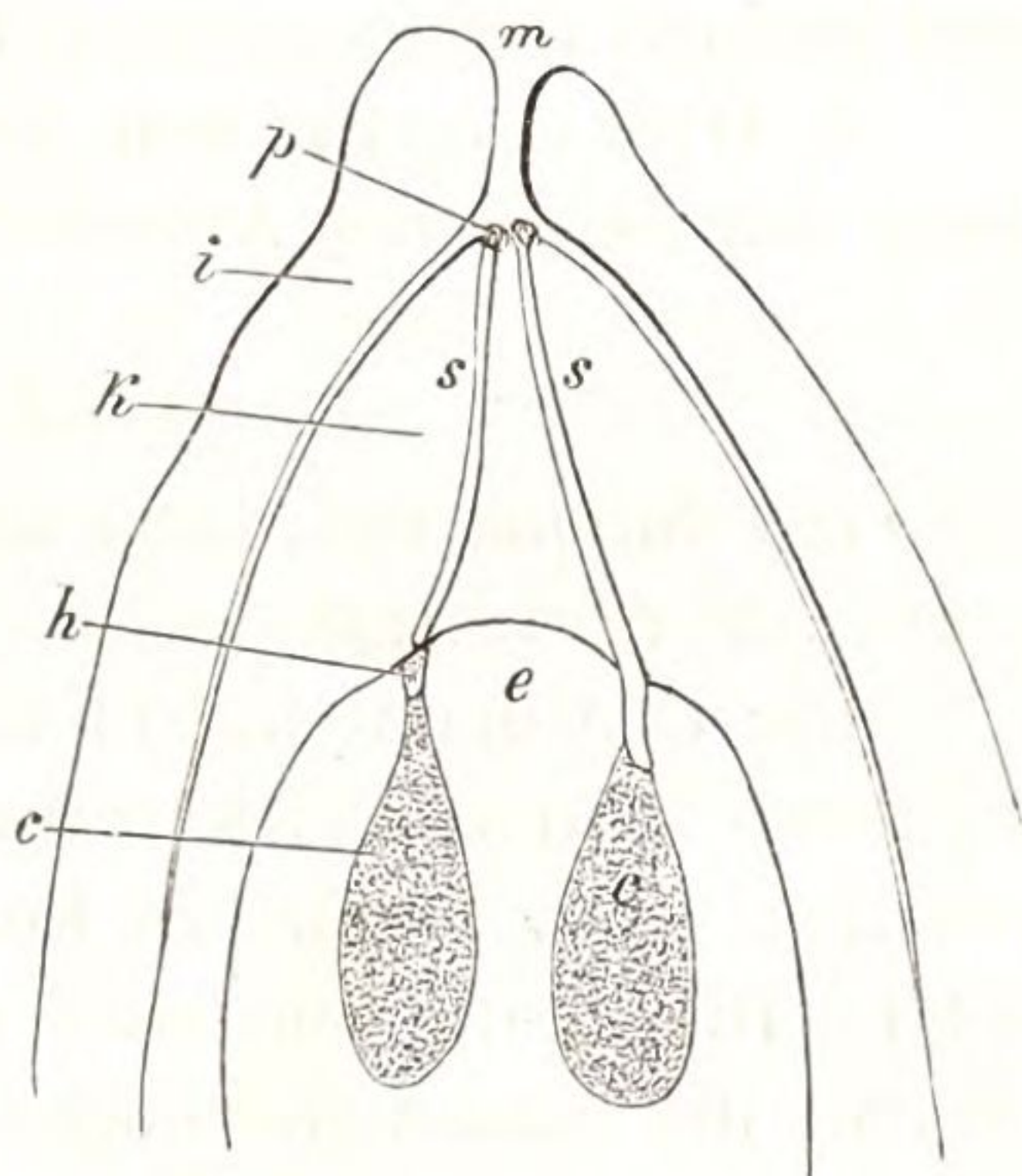


Fig. 133. Befruchtung bei *Pinus* (vergrössert und schematisirt); m Mikropyle; i Integument, k Knospenkern, c Centralzelle, h Halszelle des Corpusculum, e Endosperm den Embryosack erfüllend; p Pollenkörner mit Schläuchen s.

Die Samenknospe ist fast immer gerade, mit sehr kurzem Funiculus und besitzt nur ein Integument. Im mächtigen Knospenkern liegt der Embryosack ziemlich entfernt von der Mikropyle (Fig. 133 e); er erfüllt sich mit Endosperm, in welchem am vorderen Ende mehrere Corpuscula (Fig. 133 c) eingesenkt sind; das Corpusculum besteht aus einem Hals (Fig. 133 h), der von einer oder wenigen kleineren Zellen gebildet wird, und einer grossen Centralzelle, der Eizelle (Fig. 133 c). Hierdurch verbinden die Gymnospermen die ganze Gruppe der Phanerogamen mit den höheren Kryptogamen. Der Embryosack entspricht der Makrospore, welche hier, ohne sich von der Pflanze zu trennen, in sich ein Prothallium (das Endosperm) und auf diesem mehrere Archegonien (die Corpuscula) erzeugt. Die Pollenkörner entsprechen den Mikrosporen; es werden jedoch keine Spermatozoiden mehr gebildet. Die Pollenkörner gelangen durch den Wind auf die Mikropyle, werden durch die hier ausgeschiedene Flüssigkeit auf das Kernende hinabgezogen und treiben von hier durch das Kerngewebe hindurch Pollenschläuche, welche die Halszelle verdrängend, bis zur Eizelle vordringen und diese durch Diffusion befruchten (Fig. 133 s). Die befruchtete Eizelle wächst nach unten zum Embryoträger aus und bildet an dessen unterem Ende den Embryo.

Der reife Same enthält immer Endosperm, in dessen Mitte der Länge nach der Embryo liegt, mit seinem Wurzelende der Mikropyle zugekehrt (Fig. 134 y). Das Stämmchen trägt zwei oder mehrere einen Quirl bildende Cotyledonen (Fig. 134 c).

Die Classe enthält drei in ihrem Habitus ziemlich verschiedene Ordnungen:

1) Cycadeen mit sehr selten oder gar nicht verzweigtem Stamm und grossen verzweigten Blättern;

2) Coniferen mit reichlich axillär monopodial verzweigtem Stamm und kleinen unverzweigten Blättern;

3) Gnetaceen von verschiedenem Wuchs, aber in der Blütenbildung mit deutlicher Annäherung an die Angiospermen.

Ordnung 1. Cycadeae.

Der Stamm verzweigt sich sehr spärlich oder gar nicht, die Blätter sind gross und verzweigt.

Die Cycadeen sind Pflanzen, welche in manchen Dingen an die Farne erinnern, andererseits in ihrem Aussehen viel Aehnlichkeit mit den Palmen besitzen. Der Stamm ist knollig oder säulenförmig, dicht mit Blättern besetzt. Diese sind von zweierlei Gestalt, schuppenförmige trockene braune, welche die Stammoberfläche dicht bedecken, und grüne einfachgefiederte von meist lederartiger Beschaffenheit, welche jährlich oder erst nach mehreren Jahren wiederholt hervorgebracht werden und eine prächtige Krone am Ende des Stammes bilden.

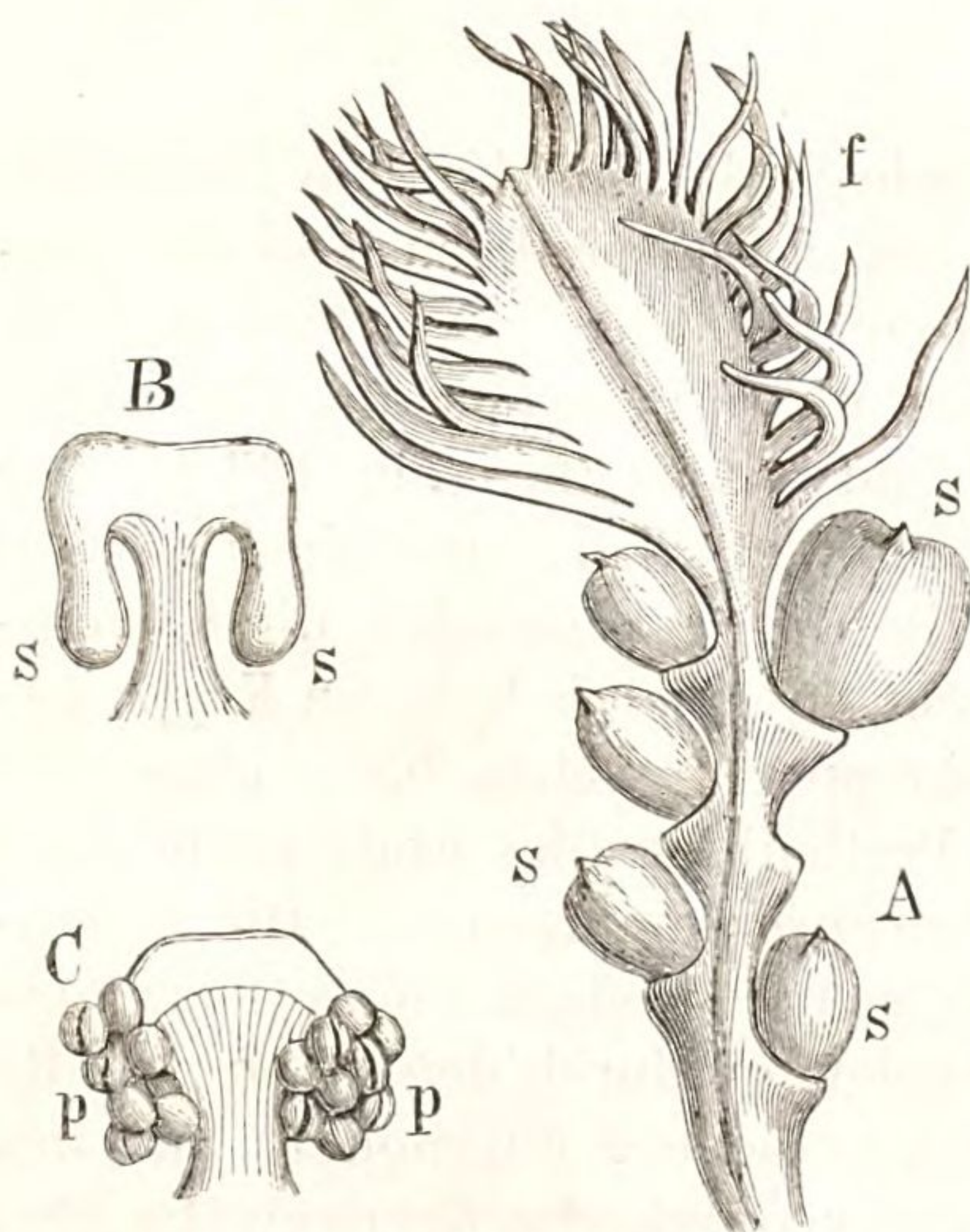


Fig. 134. Blüthentheile von Cycadeen. A Fruchtblatt von *Cycas revoluta* ($\frac{1}{4}$ nat. Gr.), f Seitenfiedern, s Samenknochen. B Fruchtblatt von *Zamia muricata* mit zwei Samenknochen s. C Staubblatt derselben mit den Pollensäcken p.

Die Blüten stehen terminal am Stammende und zwar männliche und weibliche auf verschiedenen Individuen. Die männlichen Blüten bestehen aus einer mit schildförmigen Staubblättern, die unterseits die Pollensäcke tragen (Fig. 134 C), besetzten Axe, und erinnern sehr an die Sporangienähren der Equiseten. Die weiblichen Blüten sind meist zapfenförmig; die Axe der Blüte trägt zahlreiche Fruchtblätter, an deren Innenseite je zwei atrophe Samenknochen sitzen (Fig. 134 B); bei der Gattung *Cycas* jedoch wird die weibliche Blüte von einer Blattrosette gebildet, deren Blätter den Laubblättern ähnlich gestaltet, nur kleiner sind und statt der unteren Fiedern die Samenknochen tragen (Fig. 134 A). Bei *Cycas* wächst die Axe oberhalb der Blüte wieder weiter.

Die Samenknochen haben ein Integument, dessen äussere Schicht bei der Reife saftig wird, und erreichen eine bedeutende Grösse; die von *Cycas* haben schon vor der Befruchtung etwa die Grösse einer Pflaume.

Der Embryo trägt zwei Cotyledonen, welche bei der Keimung nicht aus dem Samen hervortreten.

Die Cycadeen bewohnen das tropische America, wenige Südamerica und das tropische Asien. *Cycas revoluta* und *circinalis*, *Zamia muricata*, *Dion edule* werden bei uns in Gewächshäusern häufig cultivirt.

Ordnung 2. Coniferae.

Der Stamm verzweigt sich reichlich aus den Blattachsen, aber nicht aus allen, und trägt verhältnissmässig kleine unverzweigte Blätter.

Diese Ordnung enthält die Nadelhölzer, welche auch in unseren Gegenden zahlreich vertreten sind. In ihrem vegetativen Bau sind sie ausgezeichnet durch die regelmässige monopodiale Verzweigung des Stammes, in der Gewebebildung nähern sie sich sehr den Dicotyledonen der folgenden Classe; der Stamm wächst gleich dem der Dicotyledonen durch einen Cambiumring in die Dicke; das secundäre Holz enthält jedoch keine Gefässe, sondern besteht ganz und gar aus Holzzellen (Tracheidfasern), deren Wände mit eigenthümlichen gehöften Tüpfeln versehen sind (s. p. 37 Fig. 42).

Die männliche Blüthe besteht aus einer mit Staubblättern besetzten verlängerten Axe; die Staubblätter sind schildförmig und tragen unterseits zwei oder mehrere Pollensäcke (Fig. 432 A).

Der Bau der weiblichen Blüthe ist bei den einzelnen Familien ziemlich verschieden, zum Theil auch noch nicht sicher festgestellt.

Der Embryo trägt eine, sich auch fortan stark entwickelnde Hauptwurzel und zwei oder mehr Cotyledonen, welche bei der Keimung aus der Samenschale hervortreten und sich entfalten (Fig. 434).

Unterordnung 1. Taxineae. Die Samenknospen sind völlig nackt, ohne Fruchtblätter. Die Blüthen sind immer dioecisch. Der Embryo hat zwei Cotyledonen.

Taxus baccata, die Eibe; die Samenknospen stehen einzeln am Ende je eines sehr kurzen Zweigleins (Fig. 435 B), welches zahlreiche Hochblätter (*b*) trägt; die befruchtete Samenknospe wird während ihrer Reife von einem später roth und fleischig werdenden Arillus (Fig. 435 A, *f*) umwachsen. Die spiralig gestellten Blätter stehen nach zwei Seiten ab und sind flach, nadelförmig, unterseits heller grün, aber ohne weissen Streifen; hiedurch ist der Baum sofort von der im Habitus der Zweige ähnlichen Edeltanne zu unterscheiden. — *Ginkgo biloba* in China und Japan hat breite vielnervige Blätter und erinnert auch im Wuchs an manche Laubbäume. — *Phyllocladus* hat blattartig verbreiterte Aeste.

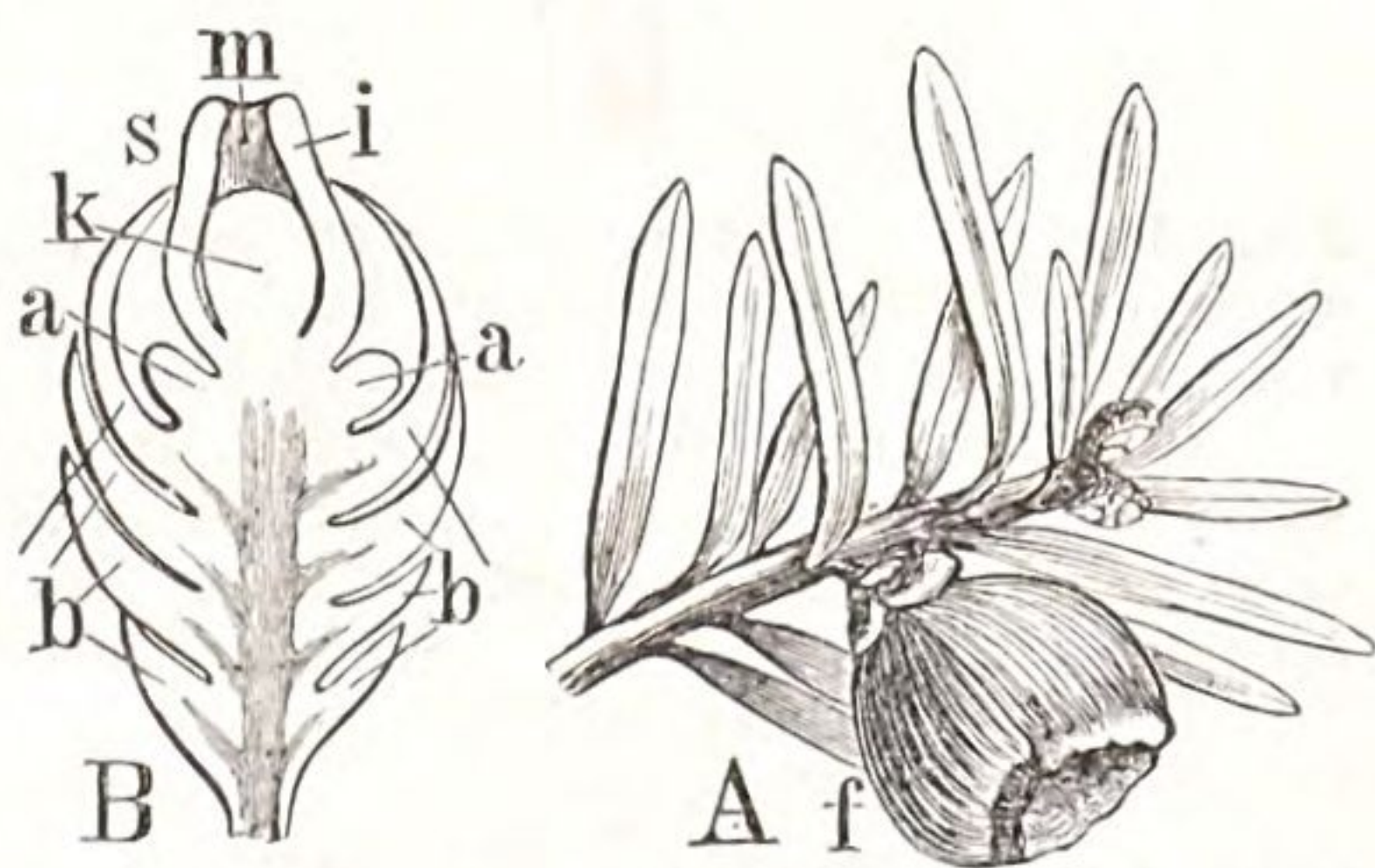


Fig. 135. *Taxus baccata*. A Zweig eines weiblichen Baumes mit einer Frucht *f* (nat. Gr.). B weibliches Blüthenzweiglein im Längsschnitt (20mal vergr.), *b* schuppenartige Hochblätter, welche auch noch an der Basis der Frucht wahrnehmbar sind; *s* die scheinbar terminale Samenknospe mit Integument *i*, der Mikropyle *m* und dem Knospenkern *k*; *aa* die Anlage des erst später heranwachsenden Arillus.

Unterordnung 2. Araucariaceae. Die weiblichen Blüthen sind zu Blüthenständen, den sog. Zapfen (z. B. der Tannen, Fichten) zusammen-

gestellt. Die Spindel des Zapfens (Fig. 136 *sp*) trägt in spiraliger oder quirliger Anordnung Schuppen, die sog. Deckschuppen (Fig. 136 *c*);

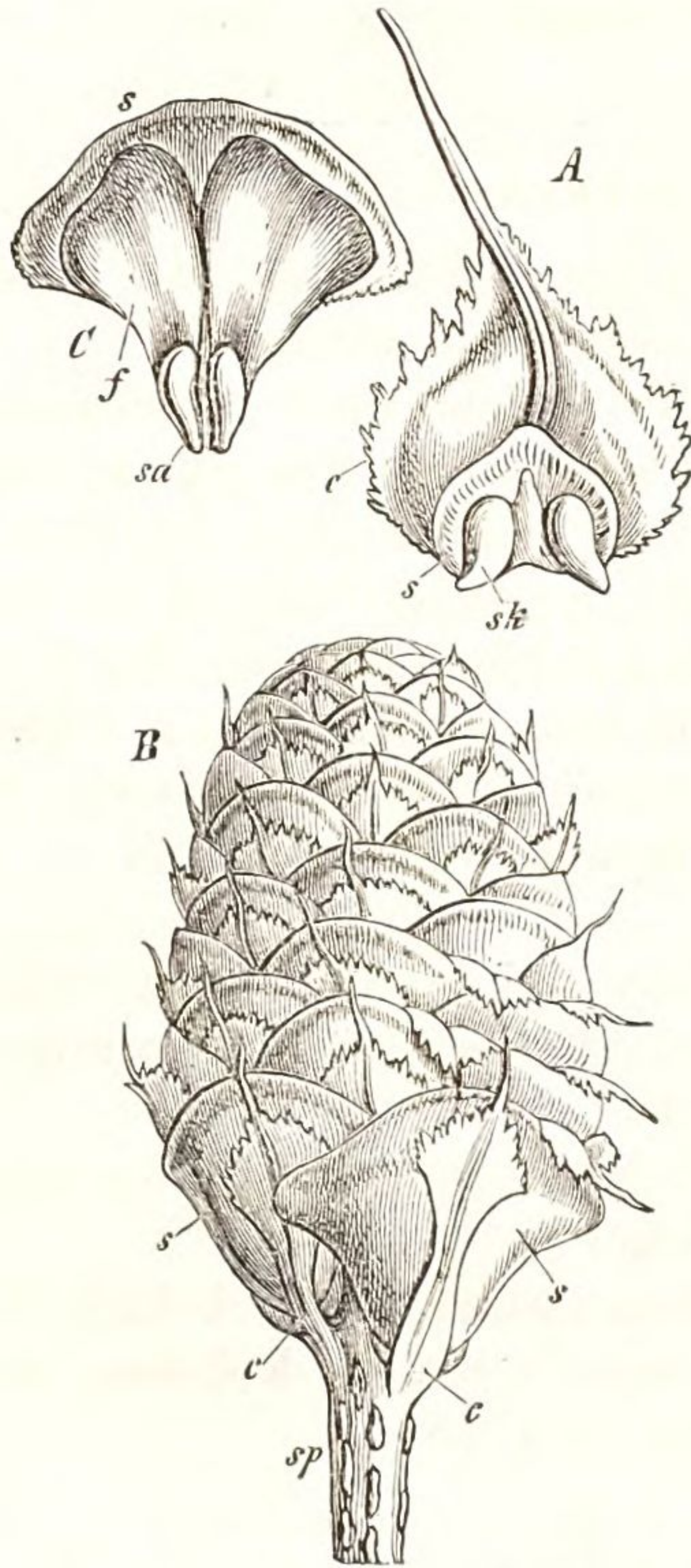


Fig. 136. *Abies pectinata*. A, von der Spindel eines jungen Zapfens abgelöste Deckschuppe (*c*) von innen gesehen, daran die Fruchtschuppe *s* mit zwei Samenknospen *sk* (vergr.). B ausgewachsener Zapfen (nat. Gr.), *sp* Spindel, *c* Deckschuppen, *s* Fruchtschuppen. C reife Fruchtschuppe mit zwei Samen *sa* und deren Flügeln *f* (nach Sachs).

in der Achsel jeder Deckschuppe befindet sich eine zweite Schuppe, die Fruchtschuppe (Fig. 136 *s*), welche an ihrer Innenseite meist zwei oder mehrere Samenknospen (Fig. 136 *sk*) trägt. Das Verhältniss dieser beiden Schuppen zu einander ist schon in verschiedener Weise gedeutet worden; wir schliessen uns der Ansicht an, dass die Fruchtschuppe der Achsel spross der Deckschuppe ist und aus einer Axe mit zwei damit verschmolzenen Fruchtblättern besteht; diese letzteren tragen die Samenknospen.⁸

Die Samenreife erfordert bei einigen (z. B. *Pinus*, *Juniperus*) zwei Jahre; im ersten Jahre wächst der Pollenschlauch nur eine Strecke weit in das Kerngewebe hinein; erst im Sommer des nächsten Jahres erreicht er den Embryosack und befruchtet die Eizelle, welche sich sofort zum Embryo entwickelt.

Der Embryo trägt zwei bis fünfzehn Cotyledonen (s. Fig. 134.)

Die Unterordnung gliedert sich in folgende vier Familien:

Fam. 1. *Abietineae*. Die Fruchtschuppe ist mit der Deckschuppe (abgesehen von der Basis)

nicht verwachsen; die Mikropyle der Samenknospen ist nach abwärts gewendet; die Stellung der Blätter und Zapfenschuppen spiralig.

Die Blüten sind monöcisch; die Samenknospen stehen zu zweien an der Basis jeder Fruchtschuppe; der reife Same ist mit einem Flügel versehen, welcher der Oberfläche der Fruchtschuppe entstammt (Fig. 136 *c f*); die Pollenkörner sind häufig mit blasenförmigen Auftreibungen der Exine (s. Fig. 132 *B*, *bl*) ausgestattet, die mit Luft gefüllt sind.

Die Gattung *Abies* hat flache Fruchtschuppen; die Samen reifen noch im ersten Jahre; die mehrere Jahre lebenden Blätter stehen spiralig nur an Langtrieben. Bei den meisten Arten trägt der unbegrenzt fortwachsende Stamm kräftige Seitenzweige (die sog. Quirläste) in den obersten Blattachsen jedes Jahrestriebes und ausserdem zerstreut in einzelnen Blattachsen schwächere Seitenzweige. Die Aeste verhalten sich ähnlich; nur findet die Entwicklung der Zweige höherer Ordnung vorherrschend

zu beiden Seiten der annähernd horizontal gerichteten Aeste statt. Die männlichen Blüthen stehen in den Achseln einzelner Blätter des vorjährigen Triebes. Bei der Untergattung *Abies* im engeren Sinne, den Tannen, sind die nadelförmigen Blätter flach zweischneidig, unterseits mit zwei weissen Streifen versehen; der Zapfen steht in der Achsel eines Blattes des vorjährigen Triebes weit rückwärts von dessen Spitze, bleibt stets aufrecht und zerfällt bei der Reife d. h. die Deck- und Fruchtschuppen fallen mit den Samen von der noch eine Zeit lang stehenbleibenden Spindel ab. Hieher *A. pectinata*, die Edel- oder Weisstanne, deren Nadeln an den Zweigen nach zwei Seiten kammförmig abstehen und an der Spitze ausgerandet sind. *A. cephalonica* in Griechenland und *A. Pinsapo* in Spanien haben spitze Nadeln, die bei letzterer ringsum sparrig abstehen. — Bei den Fichten (Untergattung *Picea*) sind die Nadeln prismatisch vierkantig, die Zapfen stehen an der Spitze des vorjährigen Triebes, hängen bald nach der Bestäubung nach abwärts und fallen nach dem Ausfallen der Samen ganz ab. Hieher *A. excelsa*, Fichte oder Rothtanne. Die Untergattung *Tsuga* (nur in Nordamerika) hat die Zapfen der Fichten, die Nadeln der Tannen und nicht immer deutlich hervortretende Quirläste z. B. *A. canadensis*, *A. Douglasii*.

Bei der Gattung *Larix*, Lärche, stimmen die Fruchtmerkmale mit *Abies* überein; die Blätter leben aber nur einen Sommer, stehen spiralig am Langtrieb, sowie auch büschelig an Kurztrieben, die aus den Blattachseln des vorjährigen Langtriebes hervorkommen, sich jedes Jahr nur wenig verlängern, aber wieder in Langtriebe übergehen können. Die männlichen Blüthen, sowie die Zapfen stehen an der Spitze von Kurztrieben. Die Zweige stehen nicht in Scheinquirlen, sondern unregelmässig. *L. europaea* in den Alpen und Karpathen einheimisch, andere Arten in Sibirien und Nordamerika.

Die Gattung *Cedrus*, Ceder unterscheidet sich von *Larix* nur durch die mehrjährige Lebensdauer der ebenso angeordneten Blätter und die zweijährige Samenreife. *C. Libani* in Kleinasien, *C. Deodara* im Himalaya.

Bei der Gattung *Pinus*, Kiefer, sind die Fruchtschuppen an der Spitze verdickt und tragen hier ein meist rhombisches Feld, die Apophyse; die Samenreife dauert zwei Jahre. Die grünen, mehrere Jahre lebenden Nadeln stehen nur an Kurztrieben zu 2, 3 oder 5, die an ihrer Basis Niederblätter tragen, sich nicht verlängern und aus der Achsel schuppenförmiger Blätter des Langtriebes des gleichen Jahres entspringen. Die Aeste stehen nur in Scheinquirlen am Ende der Jahrestriebe, und auch die Zweige höherer Ordnung stehen ringsum. Die männlichen Blüthen nehmen die Stelle von Kurztrieben an der Basis des diessjährigen Langtriebes ein und stehen hier dichtgedrängt; die Zapfen stehen an der Stelle von Quirlästen an der Spitze des diessjährigen Langtriebes.

Bei der Untergattung *Pinaster* trägt jeder Kurztrieb nur zwei grüne Nadeln, die Apophyse ist rhombisch, der Same geflügelt. Hieher *P. silvestris*, die gemeine Kiefer oder Föhre, deren Zapfen sich auf einem kurzen Stiele abwärts biegen; die Winterknospen sind an der Spitze abgerundet; *P. montana*, Krummholzkiefer in den Alpen und Gebirgen, deren Stamm häufig niederliegt, aber auch aufrecht vorkommt, mit ungestielten wagerecht abstehenden Zapfen; *P. Laricio*, Schwarzkiefer in Südeuropa, mit zugespitzten Winterknospen; *P. Pinea*, Pinie in Südeuropa, mit grossen essbaren Samen, deren Flügel nur klein ist. Die nordamerikanische Untergattung *Taeda* ist nur durch dreinadelige Kurztriebe von voriger verschieden. Bei der Untergattung *Strobus* (hieher *P. Strobus*, Weymouthskiefer aus Nordamerika) tragen die Kurztriebe fünf Nadeln, die Apophyse ist halbrhombisch, der Same geflügelt. Die Untergattung *Cembra* endlich (hieher *P. Cembra*, Zirbelkiefer in den Alpen und Karpathen) ist hievon durch ungeflügelte grosse Samen und zerfallende Zapfen verschieden.

Officinell: *Turiones Pini*, die jungen sich eben entfaltenden Zweige von *Pinus silvestris*. — *Terebinthina*, das mit ätherischem Terpentinöl gemengt ausfliessende Harz verschiedener Arten von *Pinus*, *Abies*, die feinste Sorte von *Larix europaea*.

Fam. 2. *Araucarieae*. Die Fruchtschuppe ist mit der Deckschuppe vollkommen verwachsen; die Mikropyle der Samenknospen ist

nach abwärts gewendet; die Blätter und Zapfenschuppen sind spiralig angeordnet. — Die Samenknospen werden von den Schuppen ganz eingehüllt. Bäume mit sehr regelmässiger Verzweigung (nur Quirläste).

Araucaria imbricata in Chile, *A. excelsa* auf der Norfolkinsel. *Dammara orientalis* in Ostindien liefert das Dammaraharz.

Fam. 3. *Taxodieae*. Die Fruchtschuppe ist mit der Deckschuppe vollkommen verwachsen; die Mikropyle der Samenknospe ist nach aufwärts gerichtet; Blätter und Zapfenschuppen spiralig gestellt.

Taxodium distichum, Sumpfcypresse in Nordamerika. — *Wellingtonia gigantea*, Mammuthbaum in Californien, besonders durch die Dimensionen und das hohe Alter der dort vorkommenden Bäume merkwürdig; als Ziergehölz bei uns cultivirt.

Fam. 4. *Cupressineae*. Die Fruchtschuppe völlig mit der Deckschuppe verschmolzen; die Mikropyle der Samenknospen ist nach aufwärts gerichtet; Blätter und Zapfenschuppen quirlig gestellt.

Die Blätter stehen in zwei- oder dreigliederigen Quirlen und sind an ihrer Basis mit der Rinde des Zweiges verschmolzen. Die (aus verwachsener Deck- und Fruchtschuppe bestehenden) Zapfenschuppen tragen innen an ihrer Basis zwei oder mehr Samenknospen; *Juniperus communis* und die verwandten Arten haben nur je eine etwas seitlich stehende Samenknospe innerhalb jeder Schuppe, so dass es scheint, als würden die drei Samenknospen mit den drei Schuppen alterniren. Die Blüten sind monöcisch oder diöcisch. Der Embryo trägt meist nur zwei Cotyledonen.

Bei *Juniperus* (diöcisch) werden die Zapfenschuppen bei der Reife saftig und verwachsen zusammen zu einer Beere; bei der Untergattung *Oxycedrus* (wohin *J. communis*, der gemeine Wachholder) stehen die Blätter in dreizähligen Quirlen, entsprechend trägt der Zapfen drei Schuppen; bei der Untergattung *Sabina* (wohin *J. Sabina*, *J. virginiana* u. a.) stehen die Blätter meist in zweigliedrigen Quirlen, ebenso die Zapfenschuppen (Fig. 137 A.) — *Thuja occidentalis*, Lebensbaum aus Nordamerika häufig

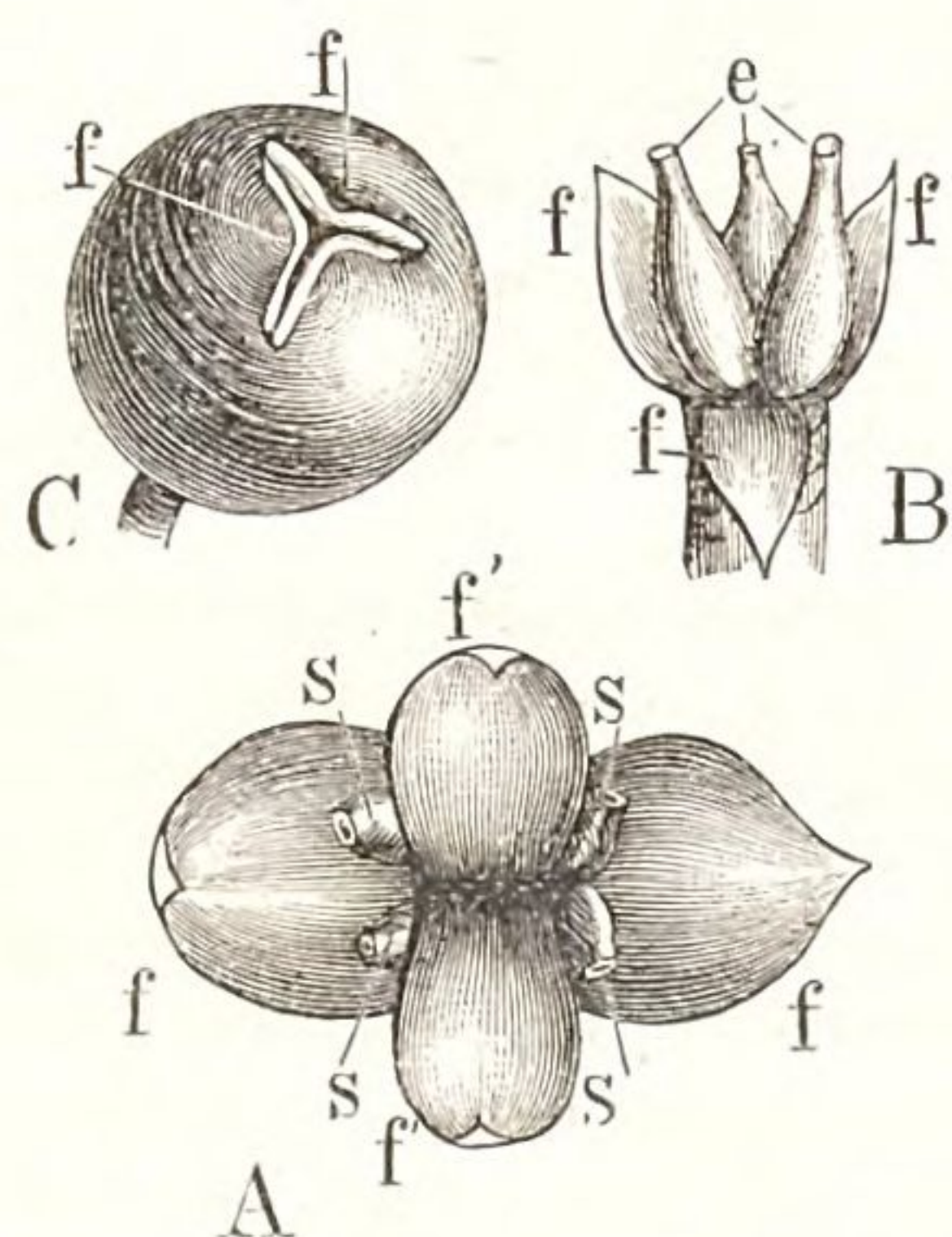


Fig. 137. A junger Beerenzapfen von *Juniperus Sabina*, von oben gesehen (vergr.); *ff* die beiden unteren (aus Deck- und Fruchtschuppe verwachsenen) Zapfenschuppen, mit je zwei Samenknospen *s*; *ff'* der obere sterile Quirl von Zapfenschuppen; B junger Beerenzapfen von *Juniperus communis* nach Entfernung der Hochblätter; *fff* die drei Zapfenschuppen (die vordere zurückgeschlagen); *e* die drei Samenknospen; C reifer Beerenzapfen derselben Pflanze; die drei Schuppen *f* sind noch erkennbar.

cultivirt. Die Zapfenschuppen werden holzig und springen kapselartig auf; die Samen sind mit einem Flügelsaum umzogen. Die decussirten Blätter ragen nur wenig über die Zweigoberfläche vor und tragen einen höckerförmig vorspringenden Harzbehälter; die Zweige verästeln sich in den letzten Graden nur in einer Ebene und sehen daher verzweigten Blättern entfernt ähnlich. — Aehnlich *Biota orientalis* aus China mit flügellosen Samen und eingedrückt linienförmigem Harzbehälter der Blätter. — *Cupressus sempervirens*, Cypresse, in Südeuropa mit schildförmig gestielten Zapfenschuppen; letzteres auch bei *Chamaecyparis*, wohin beliebte Zierbäume gehören.

Officinell: Fructus Juniperi die Früchte von *Juniperus communis*. — Summi-

tates Sabinae die beblätterten jüngeren Zweige von *Juniperus Sabina*. — *Sandaraca* das Harz von *Callitris quadrivalvis* in Africa.

Ordnung 3. Gnetaceae.

Die Gnetaceen unterscheiden sich von den Coniferen dadurch, dass sowohl die Samenknospen, als die Staubblätter schon Umhüllungen bekommen, die mehr oder weniger dem Perigon der Angiospermen ähnlich sind.

Ephedra distachya ist ein in Südeuropa vorkommender niedriger Strauch vom Aussehen eines *Equisetum*, mit langen aufrechten Zweigen und kleinen sehr entfernt stehenden zu stengelumfassenden Scheiden quirlig verwachsenen Blättern und dioecischen Blüthen. — *Welwitschia mirabilis*, eine merkwürdige Pflanze Westafricas, ist ausgezeichnet durch einen ganz kurz bleibenden, eine riesige Rübe darstellenden Stamm, der nur zwei sehr grosse Laubblätter und in deren Achseln dichotomisch verzweigte Blüthenstände trägt.

Abtheilung B.

Angiospermae.

Die Samenknospen sind in einen Fruchtknoten eingeschlossen; im Embryosack bildet sich vor der Befruchtung kein Endosperm und direct die Eizelle durch freie Zellbildung. Das Pollenkorn ist einzellig.

Die Blüthen sind vorherrschend hermaphrodit. Die Blüthenaxe ist gewöhnlich verbreitert und stellt einen Blüthenboden (torus) vor, auf welchem die Blattgebilde dichtgedrängt entweder spiralg oder quirlig angeordnet stehen. Jede der drei Formationen (Perigon, Androeceum, Gynaeceum) nimmt im ersteren Falle einen oder mehrere Umgänge der Spirale ein; im letzteren häufigeren Falle besteht jede Formation aus einem oder mehr Quirlen.

Die Blüthenaxe schliesst, mit Ausnahme einzelner abnormer Fälle, mit Erzeugung der obersten Blattgebilde der Blüthe ihr Wachsthum und ihre Thätigkeit ab; die Blattgebilde tragen (von einzelnen monströsen Bildungen abgesehen) niemals Knospen in ihren Achseln. Der Theil der Axe unter den Blattgebilden der Blüthe ist häufig verlängert und heisst Blüthenstiel (pedunculus); er trägt gewöhnlich ein oder mehrere Hochblätter, Vorblätter (prophylla) genannt. Ist der Blüthenstiel wenig oder gar nicht entwickelt, so heisst die Blüthe sitzend (sessilis).

Die **Blüthenhülle** (Perigon, Perianthium) fehlt nur bei wenigen Familien (z. B. Piperaceen) vollständig; bei sehr vielen besteht sie aus zwei von aussen nach innen aufeinanderfolgenden Theilen, die sich durch ihre Structur und Beschaffenheit unterscheiden; der äussere, Kelch (calix) genannt, besteht aus Blättern (Kelchblätter, sepala) von derberer Structur, meist grüner Farbe und geringerer Grösse; der innere, die

Krone (corolla), ist gebildet von den Kronenblättern (petala), die meist zart, weiss oder verschiedentlich gefärbt sind (z. B. Rose, Geranium, Flachs). In manchen Fällen fehlt der eine der beiden Theile, während er bei verwandten Pflanzen entwickelt ist, so z. B. der Kelch bei den Compositen, die Krone bei Caltha, Daphne; im letzteren Falle nimmt dann gewöhnlich der Kelch eine Beschaffenheit an, wie sie sonst die Krone zu zeigen pflegt, er wird corollinisch.

Andere Pflanzen besitzen aber überhaupt nur ein einfaches Perigon, d. h. es ist überhaupt nicht in zwei Theile von verschiedener Beschaffenheit, in Kelch und Krone gesondert; es heisst dann kurzweg Perigon und ist zumeist von calicinischer Beschaffenheit, d. h. so wie sonst die Kelchblätter zu sein pflegen (z. B. Brennessel), selten corollinisch z. B. Aristolochia.

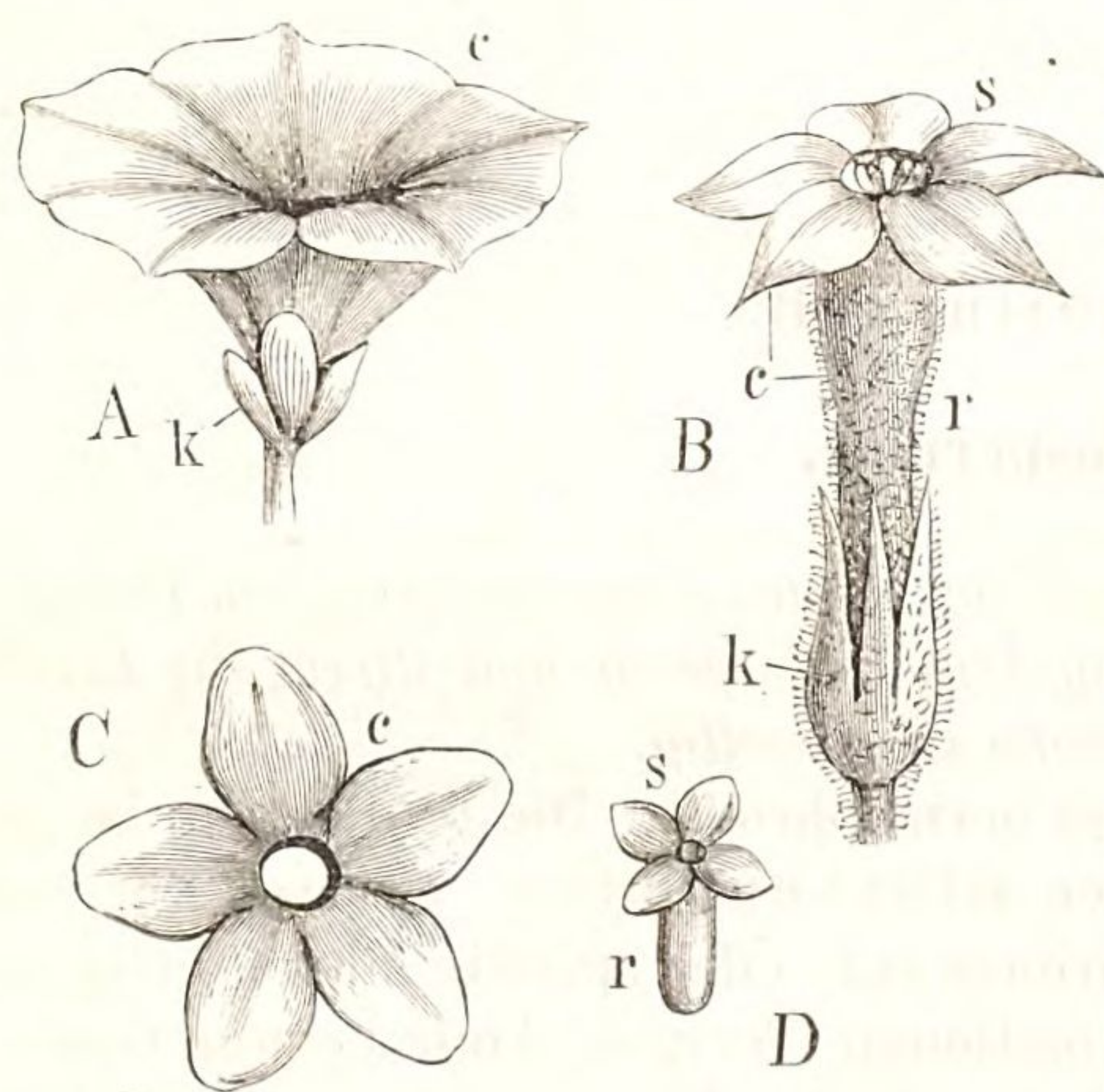


Fig. 138. Verwachsenblättrige Kelche und Kronen. A Blüthe von *Convolvulus arvensis* mit trichterförmiger Krone *c* und fünftheiligem Kelche *k*; B von *Nicotiana glauca* mit fünfspaltigem Kelch *k*, die Krone *c* in Röhre *r* und Saum *s* getrennt, dieser fünftheilig. C radförmige Blumenkrone von *Sambucus*, D gamosepaler Kelch von *Daphne mezereum* mit Röhre *r* und Saum *s*.

Die einzelnen Blätter des Perigons sind entweder vollständig bis zum Grund von einander getrennt, frei (corolla eleutheropetala, calix eleutherosepalus z. B. *Ranunculus*), oder mehr oder minder weit von der Basis aus zu einer Röhre verwachsen, welche oben in soviel Zähne oder Lappen ausgeht, als ursprünglich Blätter vorhanden sind (corollagamopetala Fig. 138 A, B, C, c, calix gamosepalus Fig. 138 B, k z. B. bei der Tabakpflanze, der Schlüsselblume *Primula*, der Kelch allein verwachsen bei der Nelke *Dianthus*, bei *Daphne* (Fig. 138 D mit

unterdrückter Krone). Seltener sind Kelch und Krone zu einer einzigen gemeinschaftlichen Röhre verwachsen z. B. bei *Hyacinthus* und verwandten Pflanzen; die sechs Lappen der Röhre entsprechen den drei Kelch- und drei Kronenblättern. Auch das einfache Perigon kann aus einzelnen Blättern (perigonium eleutherophyllum, z. B. *Amarantus*), oder einer Röhre (p. gamophyllum z. B. *Aristolochia*) bestehen.

Der Grad der Theilung verwachsenblättriger Perigone in Zähne, Lappen wird durch dieselben Ausdrücke bezeichnet, wie die Theilung der Blattspreite, s. oben S. 11. Die Gestalt verwachsener Kronen ist bald glockenförmig z. B. bei der Glockenblume *Campanula*, trichterförmig z. B. bei der Winde (Fig. 138 A), radförmig z. B. beim Hollunder (Fig. 138 C). Häufig ist die Sonderung in einen röhrenförmigen

Theil (Röhre, *tubus*) (Fig. 138 B, *r*) und einen mehr oder weniger ausgebreiteten Saum (*limbus*, Fig. 138 B, *s*). Andere eigenthümliche Formen hängen mit der Symmetrie der Blüthe zusammen, s. u. S. 170.

Die kronenartigen Perigonblätter sind häufig in Stiel und Spreite gegliedert, welche dann *Nagel* und *Platte* genannt werden (z. B. bei der Nelke Fig. 139 A, B). Ligularbildungen sind die sogenannten *Nebenkronen* (*paracorolla*) bei *Narcissus*, *Lychnis* (Fig. 139 B, *l*). Selten ist

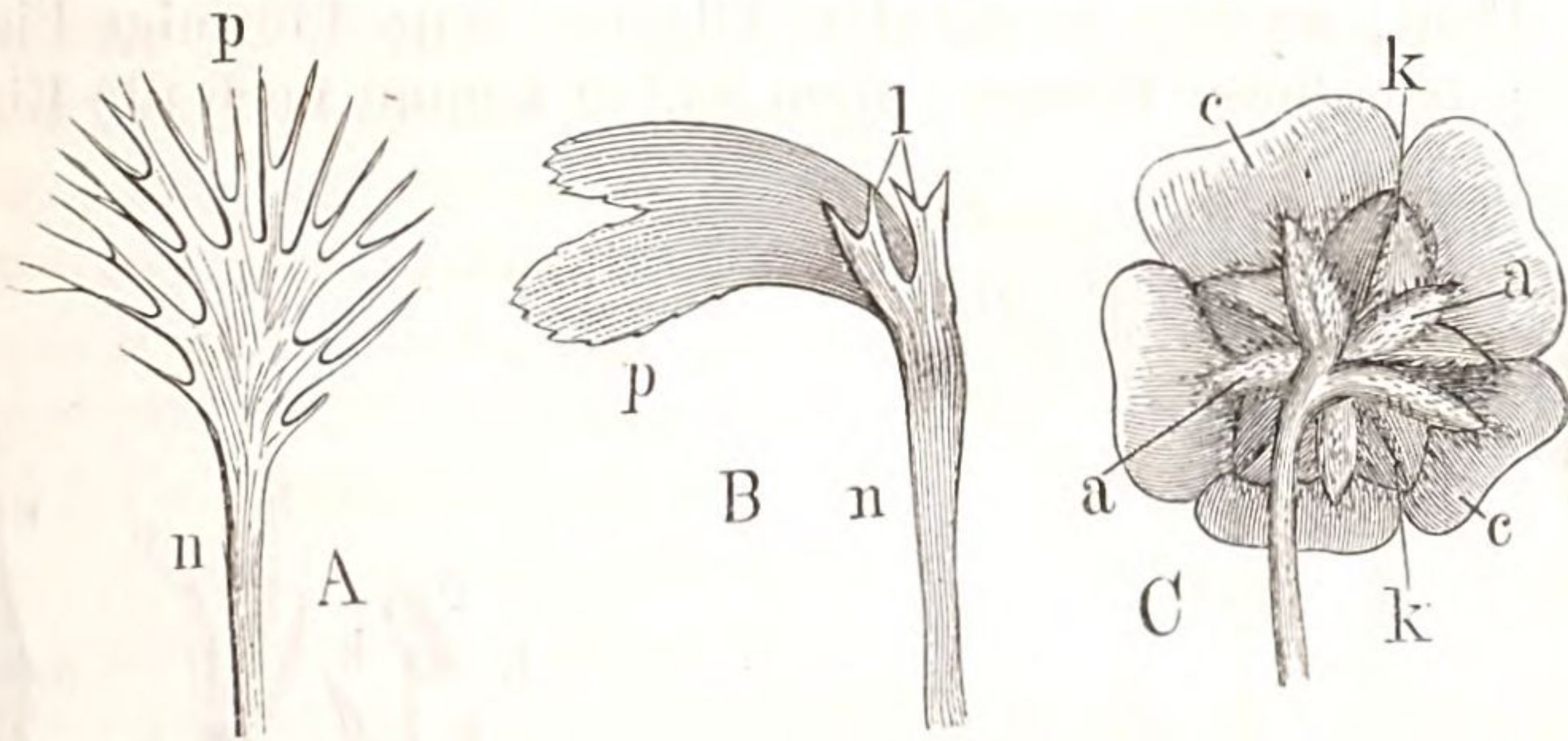


Fig. 139. A Kronenblatt von *Dianthus superbus* mit Nagel *n* und Platte *p*; letztere gespalten. B Kronenblatt von *Lychnis* mit Nagel *n*, Platte *p* und Ligula *l*. C Blüthe von *Potentilla* von unten gesehen. *c* Krone, *k* Kelch, *a* Aussenkelch.

Theilung oder Verzweigung der Kronenblätter, z. B. bei manchen Nelken (Fig. 139 A), während die ausgerandete oder verkehrt herzförmige Gestalt häufiger vorkommt. Manche Kronenblätter (z. B. Veilchen, Aklei) haben spornförmige Anhängsel oder werden selbst zu hohlen röhrenartigen Gebilden (z. B. *Helleborus*, *Aconitum*); es hängt dies mit der Ausscheidung des Nectars zusammen (s. unten S. 166).

Als *Aussenkelch* (*caliculus*) bezeichnet man Blattbildungen, welche ausserhalb des Kelches dicht unter demselben gleichsam einen äussersten Kreis der Blüthenhülle vorstellen (z. B. die kleinen Blättchen zwischen den Kelchblättern bei *Potentilla* (Fig. 139 C, *a*) *Malva*); es sind dies theils Nebenblattbildungen der Kelchblätter selbst, theils Hochblätter, welche nahe an den Kelch hinaufgerückt sind. Ein solches Hinaufrücken von Hochblättern bis dicht an die Blüthe, so dass sie oberflächlich betrachtet als Theile der Blüthenhülle erscheinen, kommt überhaupt öfters vor; z. B. bei der Leberblume *Anemone Hepatica*.

Das **Androeceum** ist die Gesamtheit der männlichen Sexualorgane in einer Blüthe; es sind das die Staubblätter, hier Staubgefässe oder Staubfäden (*stamina*) genannt. Das Staubgefäss besteht aus zwei Theilen, einem zarten meist stielartig dünnen Träger, dem *Filament*, (Fig. 140 s) und dem die Pollensäcke (Fig. 140 D, *p*) einschliessenden Organ, welches *Staubbeutel*, *Staubkolben* oder *Anthere* genannt wird (Fig. 140 a).

Der Staubkolben besteht aus zwei Längshälften, deren jede meistens zwei Pollensäcke (Fig. 140 D, *p*) enthält; diese beiden Antherenhälften werden durch das oberste Stück des Filaments, das *Connectiv* (Fig. 140 c) zusammengehalten. Dieses ist bisweilen sehr schmal, so dass die

beiden Antherenhälften dicht aneinander liegen (Fig. 140 A, a); dabei ist es entweder vom Filament nicht scharf getrennt und die Anthere sitzt dann einfach am oberen Ende des Filaments; oder es ist gelenkartig abgesetzt, so dass die Anthere sammt dem Connectiv auf der Spitze des Filaments drehbar ist (Anthera versatilis Fig. 140 A₂). Das Connectiv ist aber auch oft breiter, so dass die beiden Antherenhälften weit auseinander gerückt sind (Fig. 140 B); ja es ist oft sehr stark in die Breite gezogen und dabei ganz dünn, so dass es mit dem Filament eine T förmige Figur bildet (Fig. 140 C); bei dieser Pflanze, dem Salbei kommt noch die Eigenthüm-

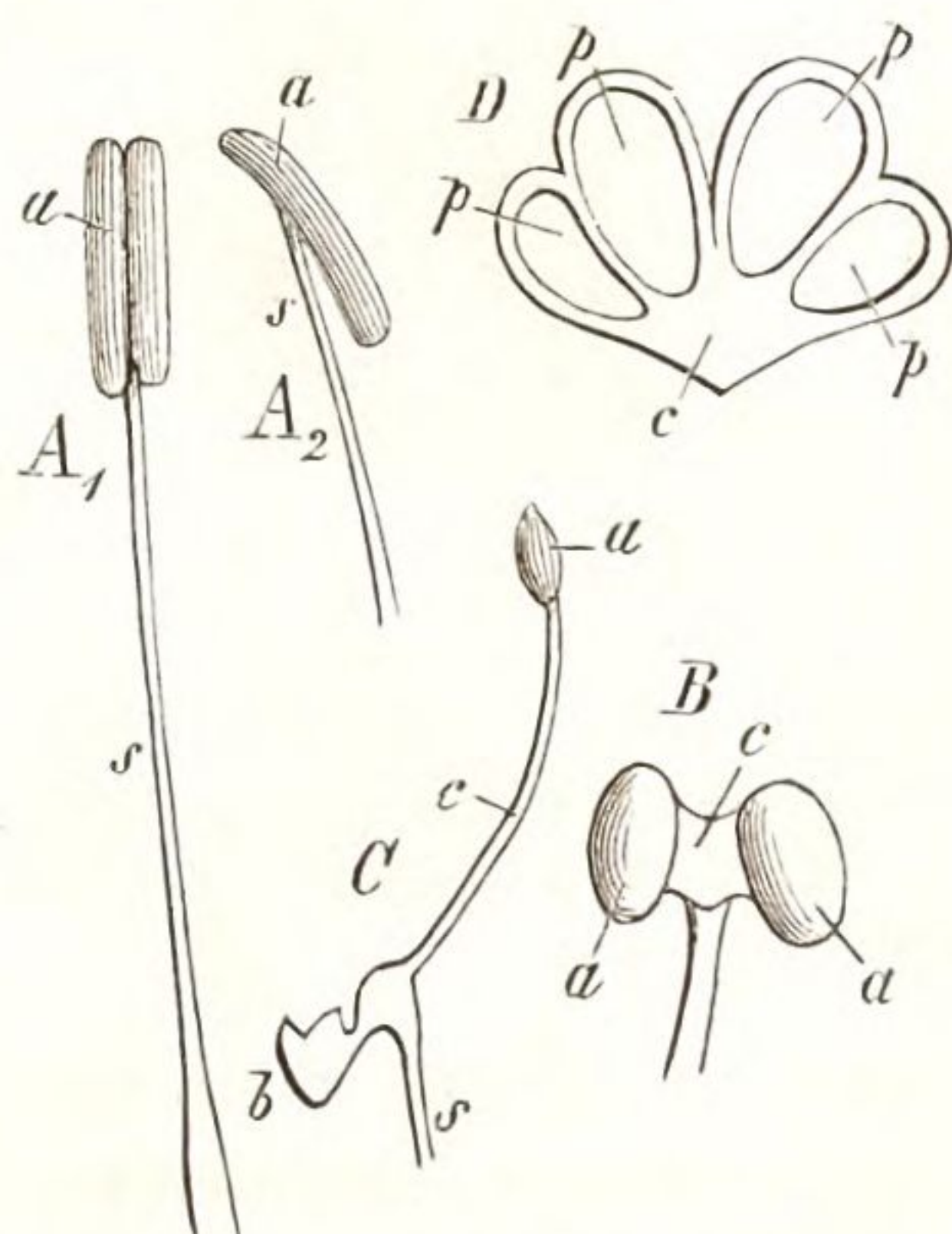


Fig. 140. Staubfäden. A₁ von Lilium, s das Filament, a die Antheren. A₂ derselbe von der Seite gesehen. B von Tilia, a Antherenhälfte, c Connectiv. C von Salvia; s Filament, c Connectiv, a Antherenhälfte, b metamorphosirte Antherenhälfte. D Querschnitt der Anthere von Hypericum (vergr.), p die 4 Pollensäcke, c Connectiv.

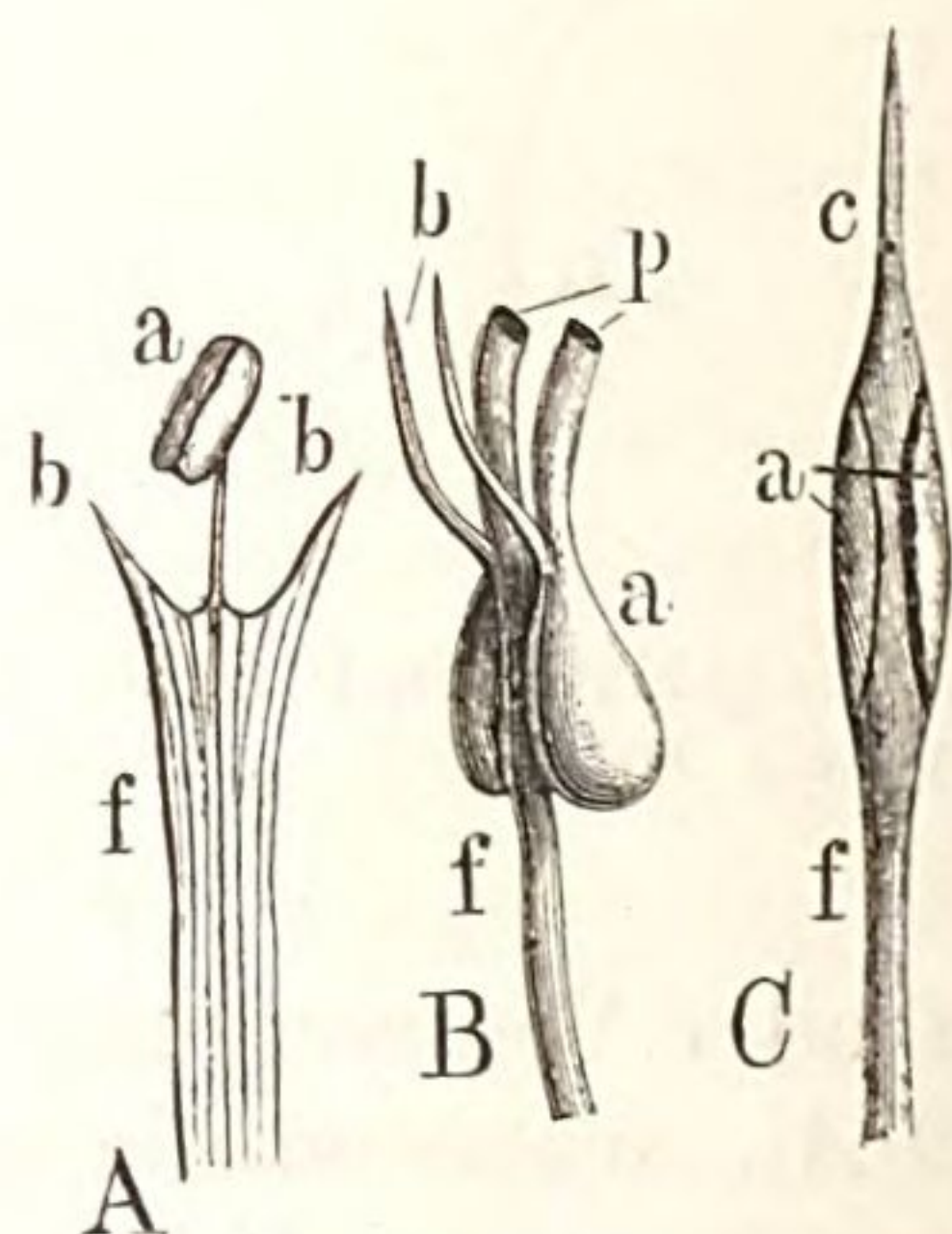


Fig. 141. A Staubfaden von Allium B von Vaccinium Myrtillus, C von Paris quadrifolia (vergr.). f Filament, a Anthere, b Anhängsel, c Connectiv, p Pore, mit der die Antherenhälfte sich öffnet.

lichkeit hinzu, dass die eine Antherenhälfte fehlschlägt und zu anderen Zwecken umgeformt wird. Nur selten (z. B. Einbeere Fig. 144 C) ist das Connectiv noch über die Anthere hinaus in eine Spitze oder Borste (z. B. Oleander) verlängert; die beiden Antherenhälften erscheinen dann seitlich dem Filament anliegend.

Das Filament ist gewöhnlich stielartig rund, von zartem farblosem oder gefärbtem Gewebe, bisweilen aber auch bandartig verbreitert; ist es sehr kurz, so wird die Anthere sitzend genannt.

Bei einigen Pflanzen (z. B. Allium Fig. 144 A) besitzt das Filament Anhängsel, bei anderen (z. B. Ericen Fig. 144 B, Asclepiadeen) sind die Antheren selbst mit Anhangsgebilden, wie Sporne u. dgl. ausgestattet.

Bei gewissen Pflanzen, z. B. Ricinus, Hypericum sind die Staubblätter, d. h. die Filamente verzweigt und zwar entweder, wie gewöhnlich die Blätter, in einer zur Medianebene senkrechten Ebene (z. B. Myrtaceen), oder in verschiedenen Richtungen (z. B. Ricinus Fig. 1442); die letzten Endigungen des verzweigten Filaments tragen die Antheren.

Hiemit äusserlich ähnlich, im Wesen aber grundverschieden ist die

Verwachsung mehrerer nebeneinander stehender Staubblätter (z. B. Papilionaceen); je nachdem nun die Staubblätter einer Blüthe sämtlich zu einem Bündel (gewöhnlich einer Röhre) oder in zwei, drei u. s. w. Gruppen vereinigt sind, heissen sie ein-, zwei-, dreibrüderig (mono-, di-, triadelph). Die Antheren und häufig die oberen Enden der Filamente sind dabei gewöhnlich frei. Sehr complicirt wird das Verhältniss, wenn Verwachsung und Verzweigung der Filamente zugleich vorkommen, z. B. bei den Malvaceen. Bei den Compositen (z. B. Sonnenrose, Distel) sind die Filamente frei, aber die Antheren seitlich aneinandergeklebt, nicht von Ursprung aus verwachsen.

Ausserdem sind die Staubfäden häufig mit anderen Blüthentheilen, besonders der Blüthenhülle verwachsen, so dass die Filamente oder, wenn diese sehr kurz sind, die Antheren nicht an der Blüthenaxe, sondern den Perigonblättern inserirt erscheinen. Es findet sich dieses Verhältniss vorzugsweise da, wo die Kronen- oder Perigonblätter selbst zu einer Röhre verwachsen sind (z. B. Primula). Seltener ist die Verwachsung der Staubblätter mit den Fruchtblättern (z. B. Orchideen).

Bei vielen Blüthen kommt es vor, dass gewisse, durch ihre Stellung zu den übrigen Blüthentheilen bestimmte Filamente länger sind, als die anderen; so sind von den sechs Staubfäden der Cruciferen (z. B. Raps, Kohl) vier länger als die beiden anderen; von den vier der Labiaten (z. B. Lamium) zwei länger als die zwei anderen; erstere werden als viermächtig (tetradynamisch), letztere als zweimächtig (didynamisch) bezeichnet.

Staminodien heissen solche Staubfäden, bei denen die Bildung der Anthere unterbleibt, und die blattartige Form haben. Sie finden sich in gewissen Blüthen (z. B. Canna) regelmässig. Die gefüllten Blüthen kommen dadurch zu Stande, dass mehrere oder alle Staubfäden einer Blüthe den Kronenblättern an Gestalt gleich werden. *) — Bei manchen spiralig gebauten Blüthen (z. B. Nymphaea) finden sich Zwischenstufen zwischen Kronenblättern und Staubfäden, so dass der Uebergang ein ganz allmäliger ist.

Die Pollensäcke sind in den Antheren enthalten, gewöhnlich in jeder Antherenhälfte zwei übereinanderliegende (Fig. 140 D, p) seltener je ein oder je vier Pollensäcke. Durch Aufspringen der Antheren wird der

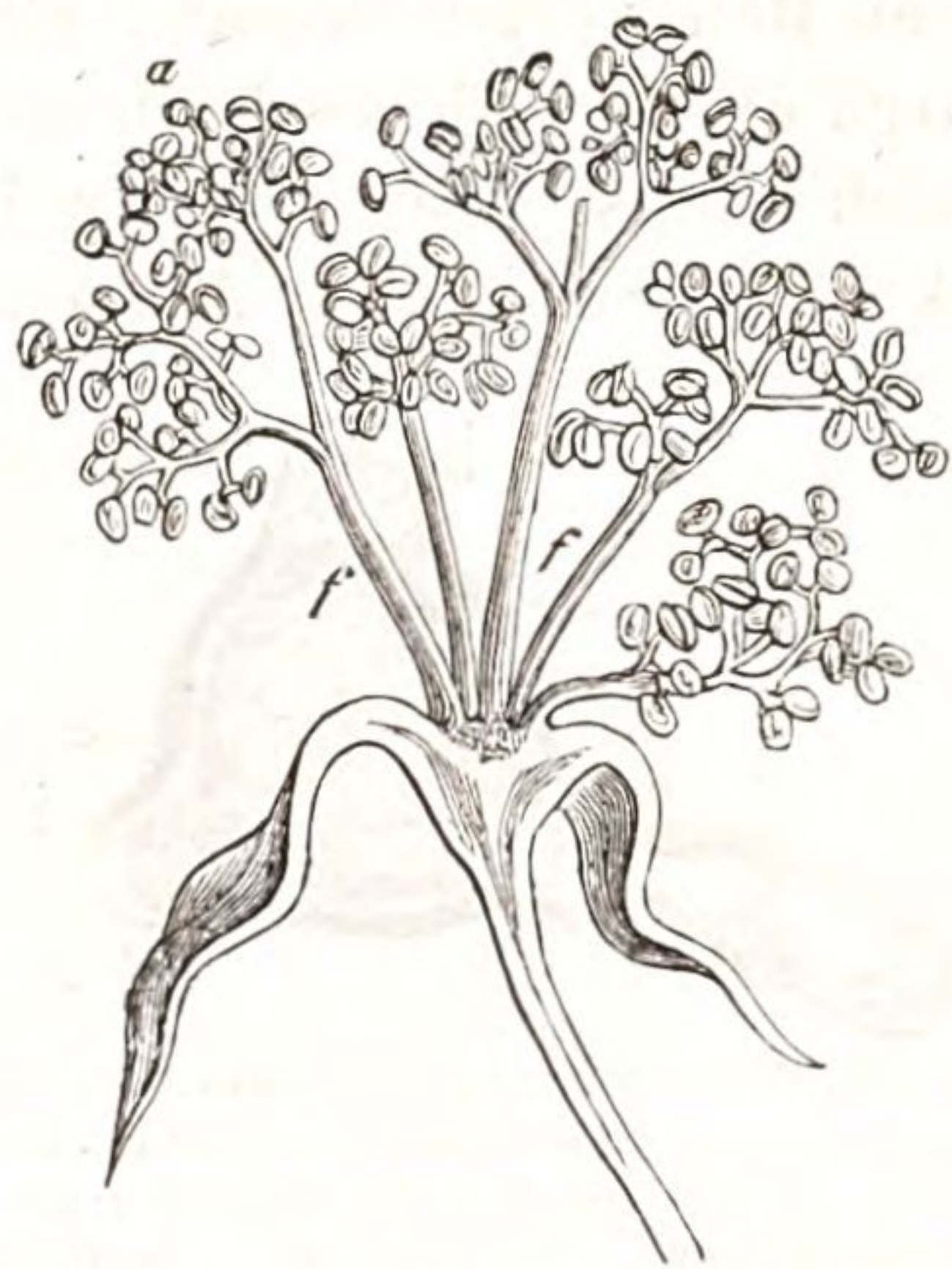


Fig. 142. Theil einer männlichen Blüthe von Ricinus im Längsschnitt (vergr.), f die vielfach verzweigten Filamente, a deren Antheren (nach Sachs).

*) In anderen Fällen kommt die »Füllung« zu Stande, indem ohne Veränderung des Androeceums die Kronenblätter vermehrt sind (z. B. Campanula); nur äusserlich ähnlich ist die sog. Füllung bei den Compositen, s. dort.

Pollen oder Blüthenstaub aus den Pollensäcken entleert, gewöhnlich in grossen Massen. Die Art des Aufspringens der Anthere ist schon durch ihren Bau vorgezeichnet, einige (z. B. Ericen, Fig. 140 *B, p*) öffnen sich durch ein rundliches Loch an der Spitze jeder Antherenhälfte, die meisten durch Längsspalten auf der Innenseite (d. h. der dem Blüthencentrum zugekehrten Seite) oder Aussenseite.

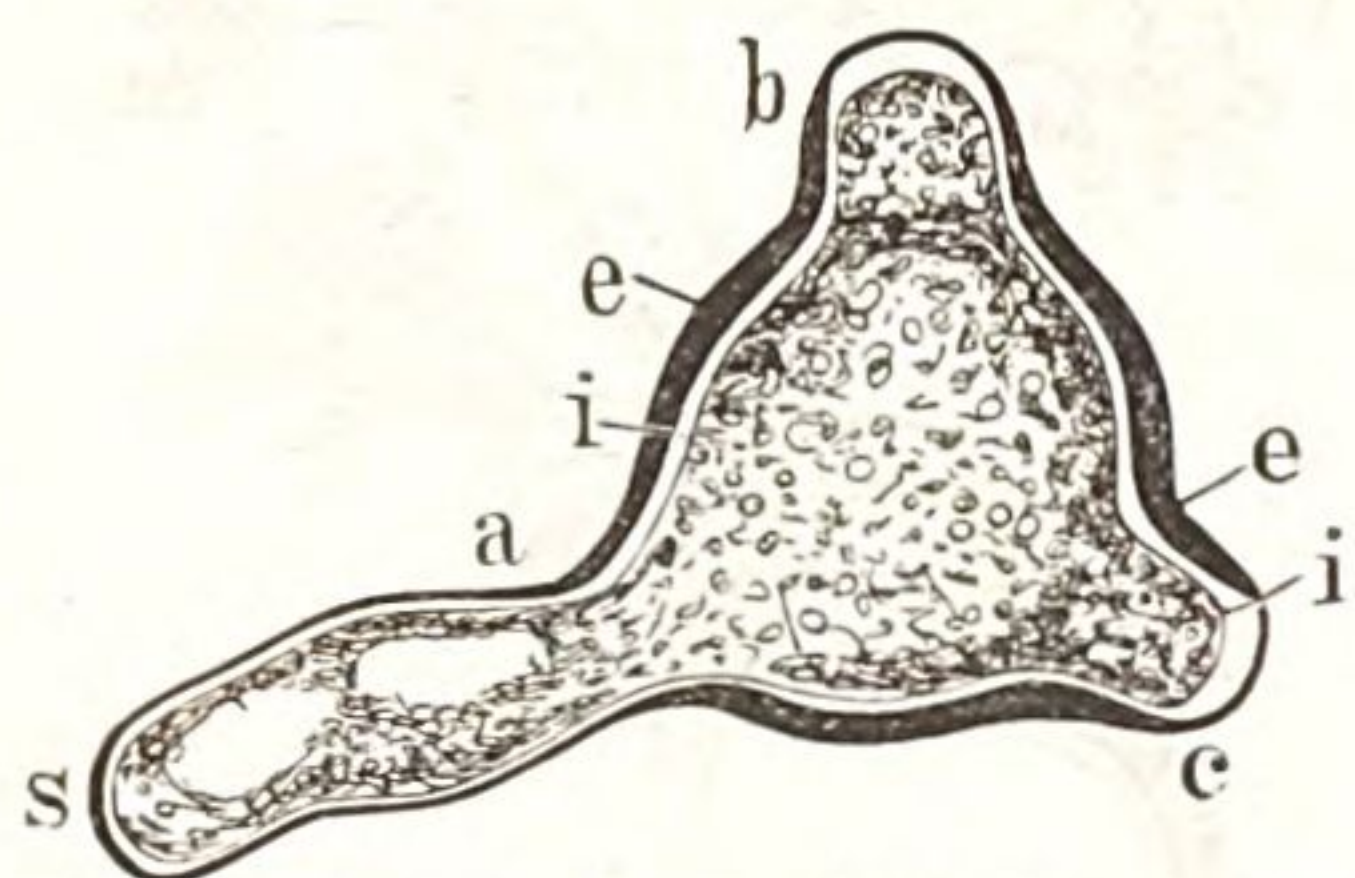


Fig. 143. Pollenkorn von *Epilobium* (sehr stark vergr.), einen Pollenschlauch treibend; *e* Exine, *i* Intine, *a, b, c* die drei für den Austritt der Pollenschläuche bestimmten, verdünnten Stellen der Exine. Es ist nur ein Pollenschlauch *s*, bei *a* entwickelt.

Wenn das Pollenkorn auf die Narbe (s. unten) gelangt, oder auch in zuckerhaltigen Flüssigkeiten, wächst die Intine zu einem oder mehreren langen Schläuchen, den Pollenschläuchen aus (Fig. 143 *s*). Die Stellen, an welchen hierbei die Exine von der wachsenden Zelle durchbrochen wird, sind gewöhnlich schon durch die Structur, dünne Stellen oder deckelartige Bildungen der Exine vorgezeichnet und auch in ihrer Zahl bestimmt (1, 2, 3, 4—6 oder mehr).

Die Pollenkörner der Orchideen (und weniger anderer Pflanzen) trennen sich nicht von einander, sondern bleiben zu Massen, die den einzelnen Pollensäcken entsprechen, vereinigt.

Das **Gynaeceum** ist immer das Schlussgebilde der Blüthe, welches den Scheitel der Blüthenaxe einnimmt. Die Fruchtblätter (Carpelle) bilden hierbei bei den Angiospermen ein geschlossenes Gehäuse, Fruchtknoten (germen) genannt, welches die Samenknospen einschliesst. Enthält eine Blüthe mehrere Fruchtblätter, von denen sich jedes einzelne für sich mit seinen beiden Rändern schliesst, so heisst das Gynaeceum *apocarp*; die Blüthe enthält dann also auch mehrere Fruchtknoten und heisst *polycarp*-

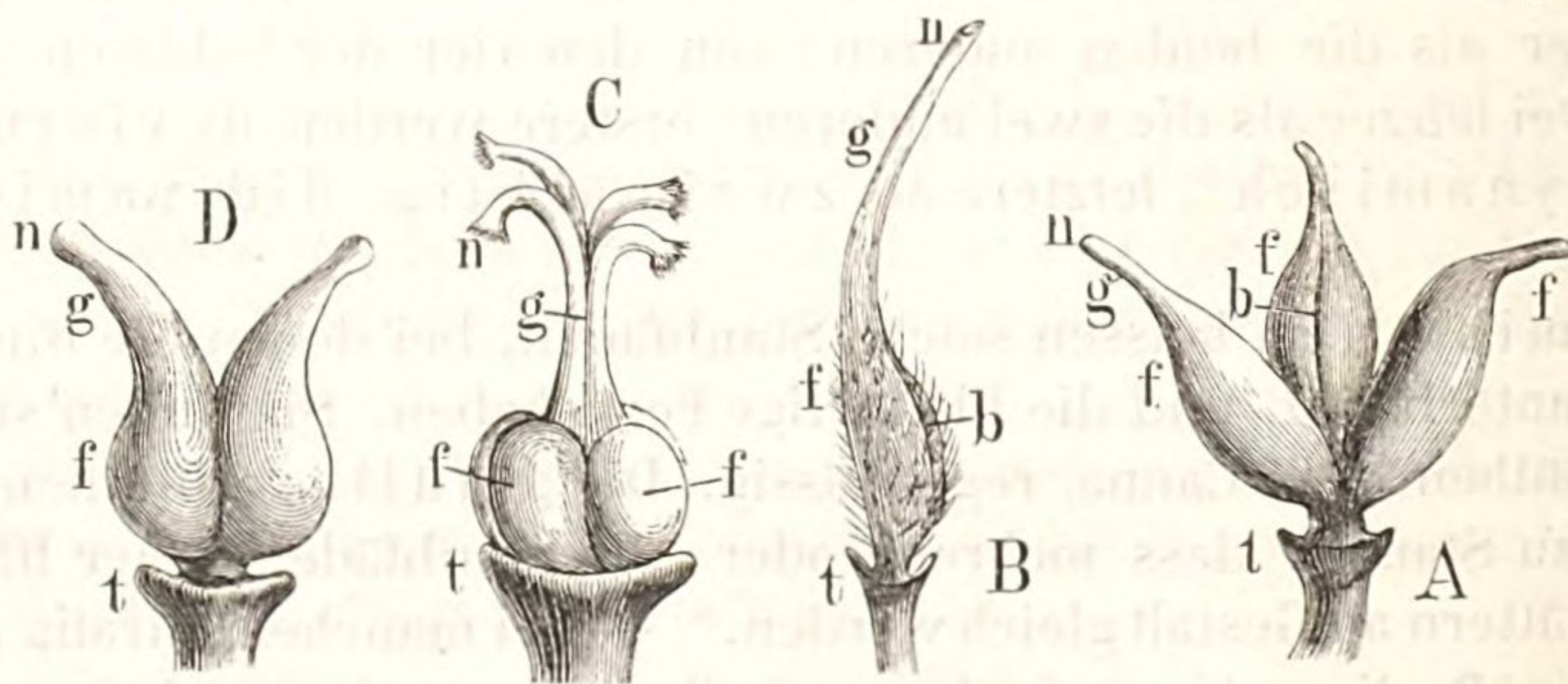


Fig. 144. *A* Gynaeceum der polycarpischen Blüthe von *Aconitum*, *B* der monocarpischen von *Melilotus*, mit einem einzigen Fruchtblatt, *C* der monocarpischen von *Rhamnus* mit vier zu einem einzigen Fruchtknoten verwachsenen Fruchtblättern. *D* Fruchtknoten von *Saxifraga* aus zwei Fruchtblättern gebildet, die nach oben auseinanderweichen. *t* Blütenboden, *f* Fruchtknoten, *g* Griffel, *n* Narbe, *b* Bauchnath.

pisch*) (Fig. 144 *A*) z. B. *Ranunculus*, *Paeonia*, *Butomus*; verwachsen aber sämtliche Fruchtblätter einer Blüthe zu einem einzigen Fruchtkno-

*) Diese Ausdrücke sind nicht zu verwechseln mit den gleichlautenden für mono- und polycarpische Pflanzen (s. oben S. 130).

ten (Fig. 144 C), so heisst das Gynaeceum syncarp (z. B. Mohn, Lilie); die Blüthe heisst dann, sowie auch in dem Falle, dass überhaupt nur ein Fruchtblatt vorhanden ist (z. B. Wicke, Fig. 144 B) monocarpisch*). Uebergänge zwischen diesen beiden Fällen kommen insofern vor, als ein syncarper Fruchtknoten an seinem oberen Ende sich in mehrere, der Anzahl der Fruchtblätter entsprechend theilen kann (Fig. 144 D).

Der Fruchtknoten heisst monomer, wenn er nur von einem einzigen Carpell gebildet wird (Fig. 145 A), dessen Ränder an der der Mittelrippe

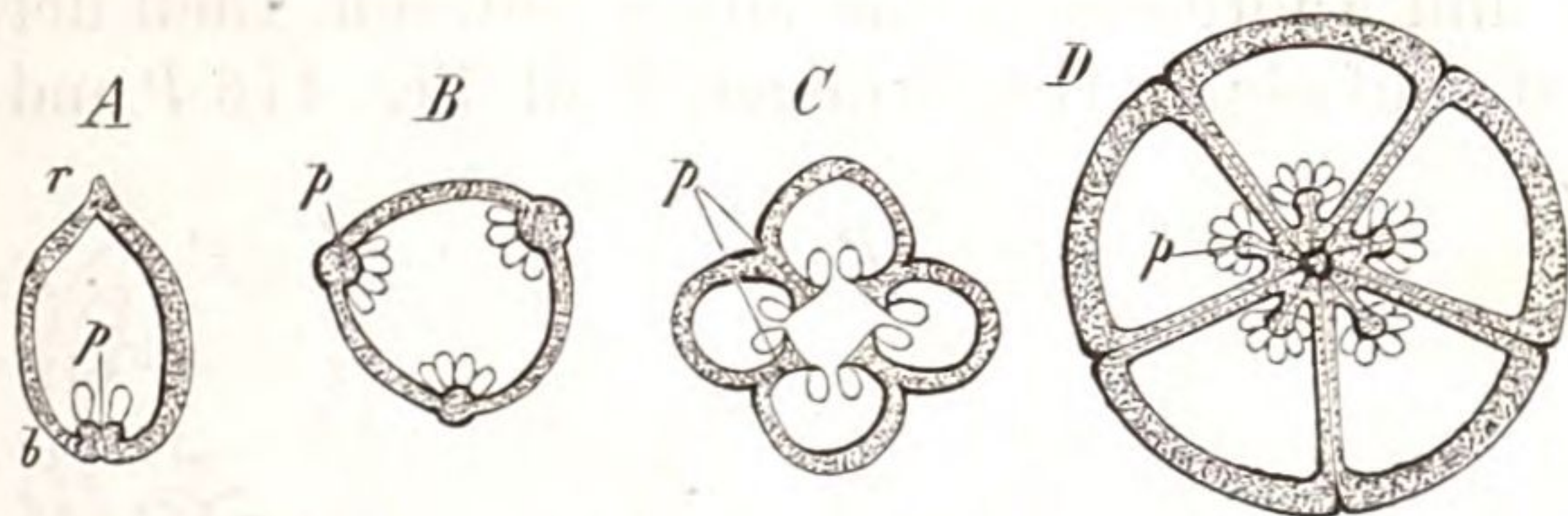


Fig. 145. Schematische Querdurchschnitte von Fruchtknoten; *p* Placenta. A monomer einfächerig, *r* Rücken, *b* Bauchnath; B polymer einfächerig, C polymer mehrkammerig, D polymer mehrfächerig.

gegenüberliegenden Seite mit einander verwachsen. Die Seite, an welcher die Mittelrippe verläuft, heisst Rücken (Fig. 145 A *r*), die entgegengesetzte Bauchnath (*b*). Die hiedurch von dem Carpell umschlossene Höhlung ist gewöhnlich nicht durch Scheidewände unterbrochen, sondern einfächerig (z. B. Wicke); nur selten treten durch Wucherungen der Innenseite falsche Scheidewände auf.

Treten dagegen zur Bildung eines Fruchtknotens mehrere Carpelle zusammen, so entsteht ein polymerer (nach der Anzahl der Carpelle speciell di-, tri-, tetramer etc.) Fruchtknoten. Derselbe ist einfächerig (Fig. 145 B), wenn die einzelnen Carpelle mit ihren Rändern einfach aneinanderwachsen, ohne dass dieselben nach innen vorspringen. Wachsen diese aber als Längsleisten in die Höhlung hinein, so wird der Fruchtknoten mehrkammerig (Fig. 145 C), z. B. Mohn; die Kammern sind in der Mitte gegeneinander geöffnet. Mehrfächerig (Fig. 145 D) wird er dadurch, dass die hineinwachsenden Ränder sich in der Mitte berühren, ja selbst sich wieder zurück nach aussen biegen; hiedurch werden die einzelnen Fächer vollständig von einander getrennt; es kommen jedoch Fälle vor, wo die Ränder der Carpelle an den oberen Theilen nicht so weit hineinwachsen, sondern dort die beiden Ränder jedes einzelnen Carpells sich aneinanderschliessen, so dass der Fruchtknoten unten mehrfächerig polymer ist, oben aber in eine Anzahl einzelner monomerer Fruchtknoten auseinandergeht (z. B. Saxifraga). In allen diesen Fällen kann die Blüthenaxe im Innern der Fruchtknotenöhle emporwachsen und, wenn der Fruchtknoten mehrfächerig ist, mit dessen Scheidewänden verwachsen.

Auch in polymeren Fruchtknoten können durch Wucherung von der Fläche der Carpelle falsche Scheidewände entstehen; so ist der Fruchtknoten der Boragineen und Labiaten ursprünglich zweifächerig; jedes Fach

*) Siehe Note p. 162.

wird aber durch je eine falsche Scheidewand in je zwei *Klausen* getheilt; bei der Fruchtreife trennen sich diese vier Partien vollständig von einander.

Wenn die *Axe*, wie gewöhnlich, gleichmässig fortwächst, so ist das *Gynaeceum* als das deren Scheitel nächste Gebilde auch der oberste Theil der Blüthe; es steht oberhalb der Insertion der Blüthenhülle und der Staubfäden (Fig. 146 *H*); der Fruchtknoten heisst dann oberständig (*germen superum*), die Blüthe *hypogyn* oder unterweibig (z. B. *Ranunculus*, *Mohn*, *Lilie*, *Primula*); in einer grossen Anzahl von Blüthen aber werden Blüthenhülle und *Androeceum* von einem unteren Theil der *Axe*, welcher stärker wächst, auf einem ringförmigen Wall (Fig. 146 *P* und *E*, *aa*) empor-

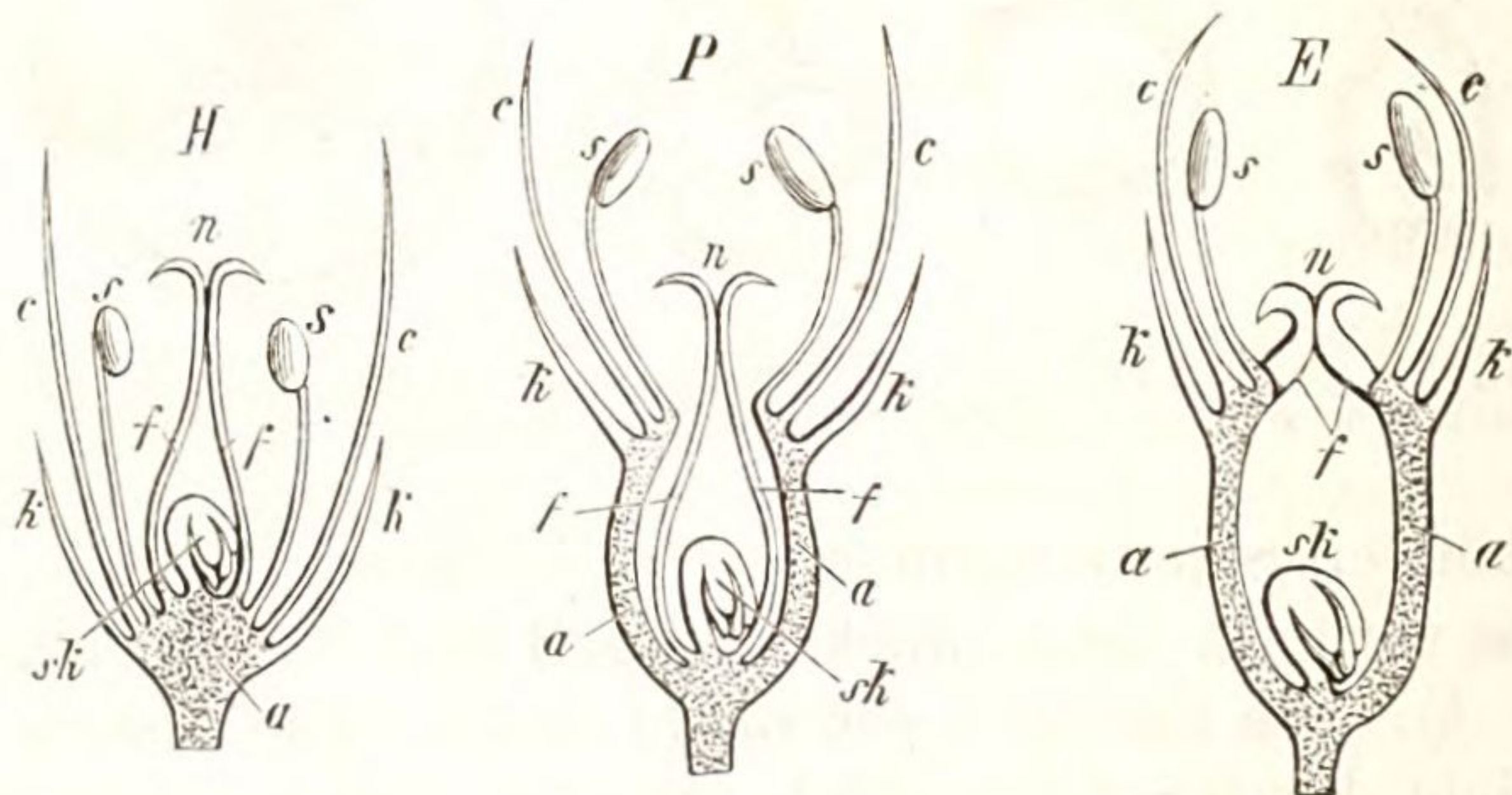


Fig. 146. Schematische Darstellung der hypogynen *H*, perigynen *P* und epigynen *E* Blüthe; es bedeutet überall *a* *Axe*, *k* *Kelch*, *c* *Krone*, *s* *Staubfäden*, *f* *Fruchtblätter*, *n* *Narbe*, *sk* *Samenknospe*.

gehoben, während der Scheitel der *Axe* in der Tiefe zurückbleibt. So wird der Fruchtknoten unterständig (*g. inferum*); und zwar sind zwei Fälle möglich: entweder stehen die Fruchtblätter in der Tiefe der von der *Axe* gebildeten Höhlung (Fig. 146 *P*) und bilden einen (oder mehrere) Fruchtknoten, der nur äusserlich von der *Axe* umgeben wird, allerdings nachträglich mit ihr verwachsen kann: *perigyne* Blüthen, z. B. *Rose*, *Apfel*; oder die Fruchtblätter entspringen am oberen Rande der Höhlung, die von der *Axe* selbst gebildet wird und schliessen sie nur nach oben ab: *epigyne* Blüthen, z. B. *Kürbis*, *Doldengewächse* (Fig. 146 *E*). Zwischen diesen Hauptformen gibt es mannigfache Uebergänge.

Der unterständige Fruchtknoten *epigyn*er Blüthen ist nur selten *monomer*, d. h. so, dass nur ein Fruchtblatt die von der *Axe* gebildete Höhlung bedeckt; gewöhnlich ist er *polymer*, dabei kann er einfächerig, oder mehrfächerig sein, indem im letzteren Falle die Ränder der *Carpelle* an der inneren Wand der unterständigen Höhlung hinablaufen.

Der *Griffel* (*stylus*) (Fig. 144 und 147 *g*) ist die schmalere Verlängerung der *Carpelle* nach oben; *monomere* Fruchtknoten tragen nur einen *Griffel*, *polymere* so viel als *Carpelle* vorhanden sind, die aber sowohl mit einander zu einem verwachsen und bisweilen oben frei, als auch ganz frei, selbst jeder einzelne wieder verzweigt sein können. Der *Griffel* steht ursprünglich auf der Spitze des Fruchtknotens; manchmal wird er durch stärkeres Wachsthum des Fruchtblattes auf der Rückenseite, an

dessen Innenseite verschoben, am stärksten bei den Boragineen und Labiaten, wo er als Verlängerung der Blütenaxe erscheint und von den vier nach oben abgerundeten Theilen des Fruchtknotens umgeben wird (s. Fig. 258). Bisweilen bleibt der Griffel sehr kurz und erscheint dann nur als Einschnürung zwischen Fruchtknoten und Narbe (z. B. Mohn). Selten ist er innen hohl, dagegen meistens von einem lockeren Gewebe durchzogen, durch das die Pollenschläuche leicht hindurchwachsen können.

Die Narbe (stigma) (Fig. 144 und 147 *n*) ist das oberste Ende des Fruchtblattes, ausgezeichnet durch die Bekleidung mit Papillen, oft auch mit Haaren und durch die Ausscheidung klebriger Flüssigkeit, welche die darauf gelangten Pollenkörner festhält und zum Austreiben der Pollenschläuche veranlasst. Oft ist die Narbe als lappige Ausbreitung vom Griffel scharf geschieden: bisweilen macht sie sich bloss als papillöser Theil des Griffels, sei es an dessen Ende oder Seite bemerkbar. Bei Papaver u. a. sitzt sie als scheibenförmige Ausbreitung auf dem Fruchtknoten; seltener (Pleurogyne) läuft sie in Form papillöser Streifen auf dem Fruchtknoten selbst herab.

Die Samenknochen sind immer in die Höhlung des Fruchtknotens eingeschlossen, bald nur eine, bald in geringer oder grösserer Anzahl. Sie sind meistens deutlich Anhangsgebilde der Fruchtblätter, carpellbürtig (Fig. 148 *A, B, C, E*) in manchen Fällen aber auch scheinbar besondere Organe, die in der Höhlung von der Blütenaxe entspringen, axenbürtig. Durch vergleichende Betrachtung ergibt sich jedoch, dass auch diese, die axenbürtigen Samenknochen, ursprünglich als Anhangsgebilde der Fruchtblätter zu deuten sind und ihre Stellung an der Axe nur mehr oder minder weitgehenden Verschiebungen, sowie Verwachsungen der Fruchtblätter mit der Axe zu verdanken haben. Der Theil der Fruchtblätter oder der Axe, welcher die Samenknochen trägt, heisst Placenta (Fig. 145 *p*, 148 *q*).

Die carpellbürtigen Samenknochen sind meistens randständig, d. h. die Placenta nimmt einen Theil oder den ganzen Längsrand des einzelnen Carpells ein und trägt eine Samenknoche oder eine (seltener mehrere) Längsreihen (Fig. 145 *p*, 148 *A, q, E*). In polymeren Fruchtknoten erfahren die verwachsenen Ränder häufig eine bedeutende Verdickung (Fig. 148 *B q*). Seltener sind die Samenknochen flächenständig, d. h. sie entspringen aus der ganzen Innenfläche der Carpelle, wobei gewöhnlich der Mittelnerv frei bleibt (Fig. 148 *C*).

Die axenbürtigen Samenknochen entspringen bald einzeln am Grund der Fruchtknotenhöhle (Fig. 129 und 146), theils neben dem Axenscheitel (z. B. bei den Compositen Fig. 148 *D*), theils auch in dessen Verlängerung (z. B. Piperaceen, Polygoneen (Fig. 148 *F*), bald auf einem besonderen



Fig. 147. Gynoecium der Lilie;
f Fruchtknoten;
g Griffel, *n* Narbe
(nat. Gr.).

Träger, einer aus der Axe in die Fruchtknotenhöhle emporwachsenden Placenta (z. B. bei den Primulaceen Fig. 148 G).

Die häufigste Form der Samenknospen bei den Angiospermen ist die anatrophe.

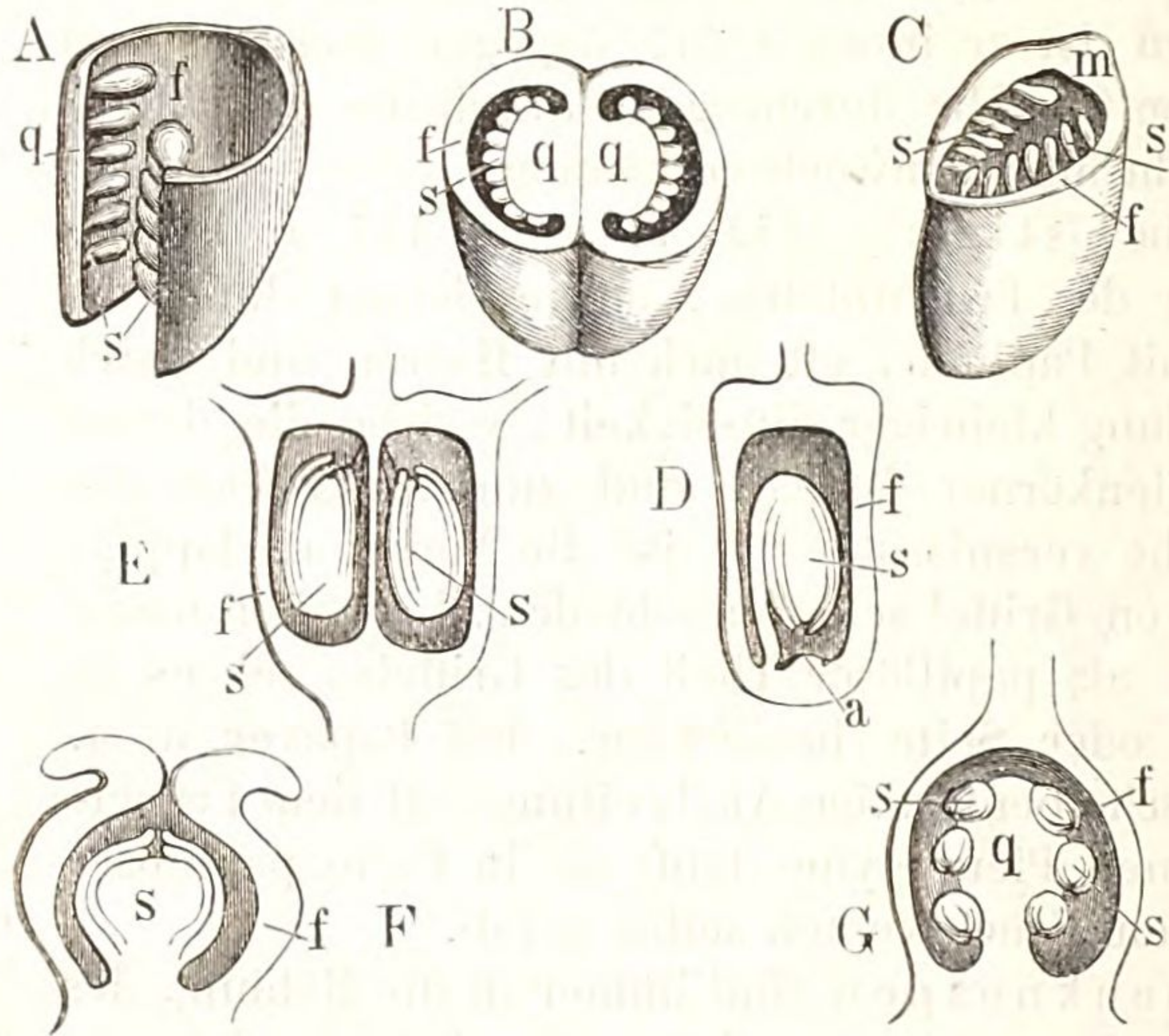


Fig. 148. Samenknospen in verschiedener Stellung, schematisirt. A Carpell von Helleborus längs der Bauchnath geöffnet, die Samenknospen *s* an der randständigen Placenta *q*. B Fruchtknoten von Nicotiana quer durchschnitten. *f* Fruchtknotenwandung; *q* die aus den verwachsenen Carpellrändern gebildete mächtige Placenta. C Fruchtknoten von Butomus quer durchschnitten. Die Samenknospen *s* stehen an der ganzen Innenfläche des Carpells mit Ausnahme des Mittelnervens *m*. D Fruchtknoten einer Composite längs durchschnitten; *f* dessen Wandung; die Samenknospe *s* entspringt im Grunde neben dem Achselscheitel *a*. E Fruchtknoten einer Umbellifere längs durchschnitten, in jedem Fach eine hängende Samenknospe *s* im oberen Winkel. F Fruchtknoten von Rheum längs durchschnitten; eine einzige Samenknospe *s* steht auf dem Ende der Blütenaxe. G Fruchtknoten einer Primulacee im Längsschnitt, die Samenknospen *s* stehen auf einer besonderen Verlängerung der Blütenaxe *q*.

Die Richtung der Samenknospen ist verschieden, aufrecht (Fig. 148 D, F), hängend (Fig. 148 E), wagerecht (Fig. 148 A), schräg aufrecht (aufsteigend).

Die Nectarien sind drüsige Secretionsorgane, welche einen riechenden oder schmeckenden, meist süßen Saft ausscheiden, der von den Insecten aufgesucht wird. Sie sind kein besonderer Theil der Blüthe, sondern bilden sich an den übrigen Blattgebilden, so an der Basis der Staubfäden bei Rheum, als fleischige Polster auf den Carpellen bei den Umbelliferen, als Wucherung der Blütenaxe unter den Carpellen bei Citrus. Wenn sie einen ringförmigen Wall oder ein Polster bilden, werden sie gewöhnlich als Discus bezeichnet (z. B. Rhamneen). Bisweilen werden jedoch einzelne Blattgebilde der Blüthe durch die Nectarienbildung ihrer eigentlichen Function ganz entfremdet und in ihrer Form erheblich verändert, so bei Gesneraceen einer der fünf Staubfäden, die Kronenblätter von Helleborus, Aquilegia, das eine von Viola u. a.

Stellungsverhältnisse und Zahl der Blüthentheile. Symmetrie der Blüthe. Die Blattgebilde der Blüthe sind häufig ebenso, wie es in

der vegetativen Region die Regel ist, spiralig angeordnet, und zwar am öftesten nach der Divergenz $\frac{2}{5}$; doch kommen besonders im Androeceum, wo zahlreiche schmale Blattgebilde an einer breiten Axe inserirt sind, auch höhere Divergenzen vor (z. B. Ranunculaceen). In den spirali- gen oder acyclischen Blüthen findet man entweder keine scharfe Grenze zwischen den einzelnen Formationen: Kelch-, Kronen- und Staubblätter sind durch Zwischenformen ganz allmählig mit einander verbunden (z. B. Nymphaea), oder die Formationen sind scharf von einander getrennt, indem jede Formation einen oder mehrere ganze Cyclen einnimmt; in letzterem Falle sind, wenn die Divergenz constant dieselbe ist, die Blätter der aufeinanderfolgenden Cyclen einander superponirt, so z. B. bei vielen Urticinen, wo Perigon und Staubfäden in einer continuirlichen Spirale nach $\frac{2}{5}$ angeordnet sind und jeder Formation je ein Cyclus der Spirale angehört; hier sind daher die fünf Staubfäden den fünf Perigonblättern superponirt.

Mit acyclischen Blüthen letzterer Art sind nun gewisse cyclische Blüthen d. h. solche deren Blattgebilde in Quirlen angeordnet sind, sehr nahe verwandt, wie das Vorkommen dieser beiden Stellungsverhältnisse nicht bloss bei nahe verwandten Pflanzen, sondern sogar bei der gleichen Species beweist. Es sind dann nemlich statt der fünf Blätter des Cyclus der $\frac{2}{5}$ Stellung vier oder sechs Blätter vorhanden, die sich entsprechend, wie ja auch die Spirale innerhalb des $\frac{2}{5}$ Cyclus zweimal die Axe umläuft, in zwei alternirende Quirle von je zwei, beziehungsweise je drei Blättern ordnen. Da nun das gleiche im Androeceum der Fall ist, so resultirt eine Anordnung dieser beiden Formationen in vier regelmässig alternirende zwei- oder dreigliedrige Quirle. Dabei können dann die beiden Quirle des Perigons als Kelch und Krone ausgebildet sein (viele Monocotyledonen) oder zusammen ein einfaches Perigon vorstellen (viele Julifloren, Polygoneen).

In anderen cyclisch gebauten Blüthen finden wir alternirende fünf- gliederige Quirle, wobei ebenfalls meist zwei dem Perigon (Kelch und Krone) und zwei dem Androeceum angehören. Tritt hier statt der Fünffzahl die Vierzahl auf, so besteht gewöhnlich der viergliedrige Kelch strenggenommen aus zwei zweigliedrigen Quirlen, mit denen die Krone im Ganzen alternirt, d. h. gekreuzte Stellung zeigt. Wo das Perigon in Kelch und Krone gesondert ist und zwei gleichzählige Staubfadenkreise vorhanden sind, heisst der dem Kelch superponirte Kreis episepal, der der Krone superponirte epipetal. — Andere nicht so häufige Stellungsverhältnisse sollen bei den betreffenden Pflanzen besprochen werden.

Solche cyclische Blüthen, welche aus lauter gleichzähligen alternirenden Quirlen bestehen, werden eucyclisch genannt; die Anzahl der Quirlglieder wird durch die Ausdrücke, di-, tri-, tetra-, pentamer u. s. w. angegeben; gleichzählige Quirle heissen isomer; hemicyclisch heissen diejenigen, die zum Theil (meist im Perigon) cyclisch, zum Theil spiralig (meist im Androeceum) gebaut sind. Die Quirle werden gewöhnlich als Kreise, Cyclen bezeichnet; es ist jedoch zu beachten, dass bei den zuerst erwähnten cyclischen Blüthen zwei solcher Cyclen einem Cyclus der Spiralstellung entsprechen.

Man drückt solche Stellungsverhältnisse ähnlich, wie wir oben bei der Blattstellung im Allgemeinen gesehen haben, am anschaulichsten in Diagrammen aus, in denen der Kelch zu äusserst, das Gynaeceum als das oberste Gebilde (auch bei epigynen Blüthen) zu innerst aufgetragen wird, um die einzelnen Formationen durch Zeichen kenntlich gemacht werden, die an ihre Form erinnern; so zeichnet man an den Kelchblättern die Mittelrippe, an den Staubfäden die Antherenhälften.

Verzeichnet man im Diagramm die Verhältnisse, wie man sie an der Blüthe findet, so erhält man das empirische Diagramm; zieht man jedoch entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen und Vergleich mit andern Pflanzen herbei, so findet man eine gewisse Uebereinstimmung im Bau der Blüthen. Die Verschiedenheiten beruhen, abgesehen von der verschiedenen Form der Theile, in dem Fehlen eines oder des anderen Kreises, oder eines oder des anderen Blattes (Abortus, Fehlschlagen, Unterdrückung), seltener auch in der Vermehrung der Kreise und Glieder. Bezeichnet man die fehlenden (nicht sichtbaren, sondern durch Studium ergänzten) Glieder durch Punkte, so wird das Diagramm dem einer andern Blüthe ganz ähnlich und man erhält so ein theoretisches Diagramm; hiedurch kommt man zur Aufstellung von Typen, welche einer grossen Anzahl von Blüthen gemeinsam sind. So stellt z. B. das empirische Diagramm der Lilienblüthe (Fig. 149) zugleich den Typus für die Grasblüthe (Fig. 150) vor, in welcher gewisse Glieder fehlgeschlagen sind.

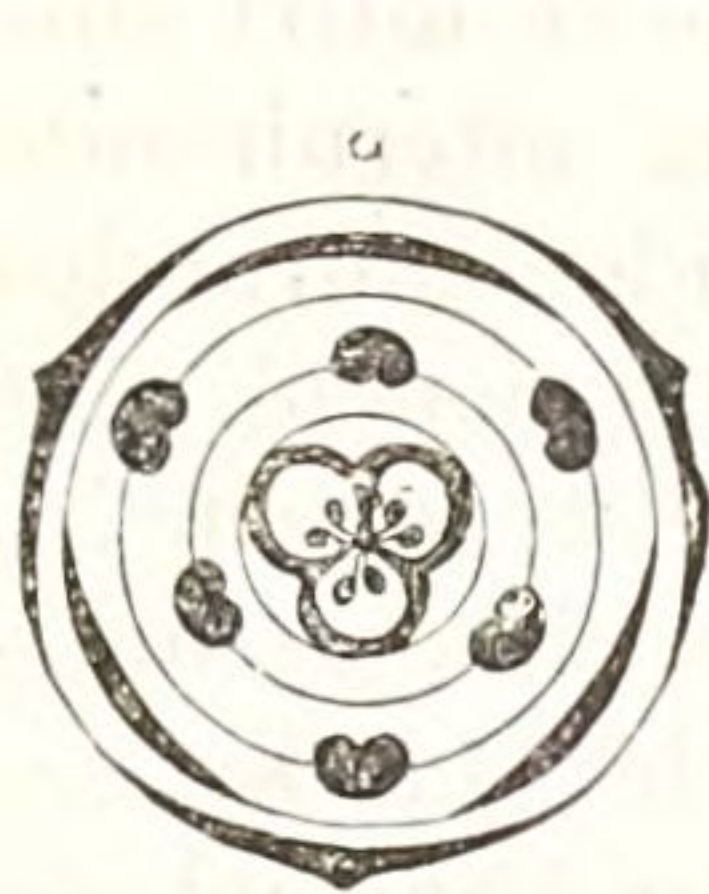


Fig. 149. Diagramm der Lilienblüthe.

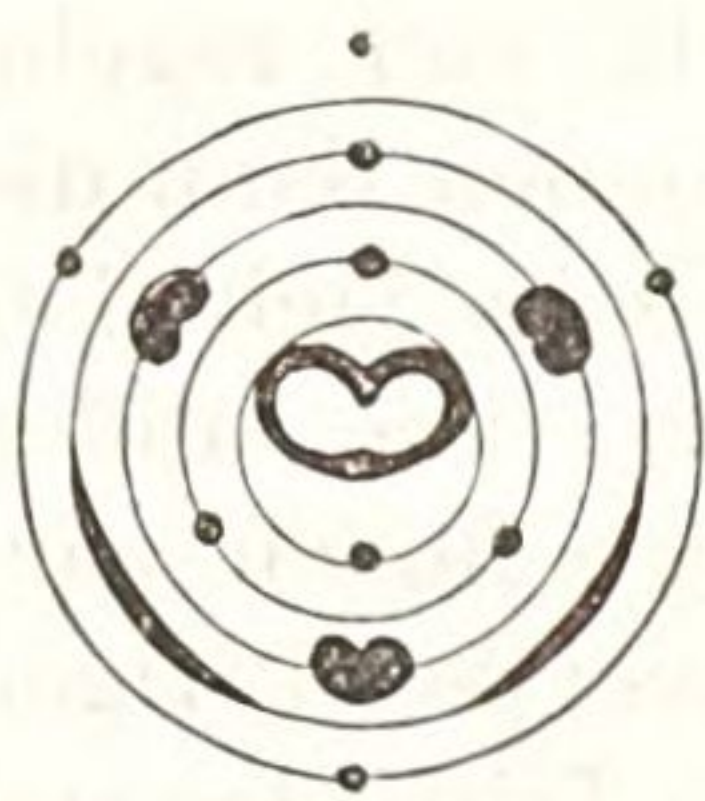


Fig. 150. Diagramm der Grasblüthe.



Fig. 151. Diagramm der Cruciferenblüthe; die medianen Staubfäden verdoppelt.



Fig. 152. Diagramm der Blüthe von Dictamnus; der obere Staubfadenkreis (schraffirt) zwischen die Glieder des unteren eingerückt, dadurch auch die Stellung der Carpel verschoben.

Unter den Vermehrungen ist besonders hervorzuheben die Verdoppelung (Fig. 151) nemlich die Anordnung, dass an Stelle eines Gliedes zwei auftreten; es kommt diess zu Stande theils durch frühzeitige Verzweigung eines Gliedes, theils auch dadurch, dass zur Ausfüllung des Raumes statt eines Gliedes, das man erwarten sollte, deren zwei auftreten.

Als eine häufige Verschiebung soll hier noch erwähnt werden, dass die regelmässige Alternation in eucyclischen (besonders vier- und fünfgliedrigen) Blüthen dadurch gestört werden kann, dass der innere Staubfadenkreis, welcher normal den Kronenblättern superponirt ist und mit den Kelchblättern abwechselt, unter den äusseren herabrückt oder in diesen sich einschleibt (Fig. 152).

Wir haben bei Betrachtung der Stellungsverhältnisse bisher das Gynaeceum unberücksichtigt gelassen, weil es gewöhnlich nicht so einfach an die vorhergehenden Kreise sich anschliesst; sehr häufig sind die Fruchtblätter in geringerer Anzahl vorhanden, als die vorhergehenden Kreise Glieder enthalten; es lassen sich dann für deren Stellung keine allgemeinen Regeln angeben; ist das Gynaeceum jedoch mit den Kreisen des Perigons und Androeceums gleichzählig (isomer), so alterniren meist die Fruchtblätter mit dem innersten Kreis des Androeceums (die meisten Monocotyledonen, z. B. Fig. 449); wo jedoch die oben erwähnten Verschiebungen des Androeceums vorkommen, alterniren die Fruchtblätter bald mit dem tatsächlich inneren (Fig. 452), bald mit dem ursprünglich inneren Staubfadenkreis.

Die Zahlen- und Stellungsverhältnisse der Blüthentheile lassen sich ausser durch Diagramme auch durch Formeln ausdrücken, in denen ähnlich wie bei den Diagrammen der Uebersichtlichkeit halber die Eigenthümlichkeiten der Ausbildung grösstentheils unberücksichtigt bleiben. So entspricht z. B. dem Diagramm Fig. 449 die Formel: $K3, C3, A3 + 3, G^{(3)}$, wodurch gesagt ist, dass Kelch (K) und Krone (C) aus je einem, das Androeceum (A) aus zwei und das Gynaeceum (G) aus einem dreigliedrigen Kreise bestehen, welche sämmtlich mit einander alterniren. Superponirte Kreise werden durch einen dazwischengestellten Strich | kenntlich gemacht. Sind die Zahlenverhältnisse der einzelnen Kreise variabel, so wird statt der Zahl n gesetzt. So ist z. B. $Kn, Cn, An + n, Gn$ die theoretische Formel für die meisten Monocotylen. Das Fehlen der Kreise wird durch die Ziffer 0 ausgedrückt, das einzelner Glieder durch die Anzahl der wirklich vorhandenen angedeutet. So ist z. B. die Formel der Grasblüthe Fig. 450 folgende: $K0, C2, A3 + 0, G^{(2)}$. Durch die Klammer (in den hier bereits erwähnten Formeln bei G) wird angedeutet, dass die betreffenden Blattgebilde (hier die Fruchtblätter) mit einander verwachsen sind. Ober- oder unterständiger Fruchtknoten wird durch einen Strich unter oder über der betreffenden Zahl bezeichnet; Verdopplung durch den Exponenten 2, z. B. dem Diagramm Fig. 454 entspricht die Formel: $K2 + 2, C \times 4, A2 + 2^2 G^{(2)}$; das $\times$ bei C bedeutet, dass die vier Kronenblätter sich mit den vier Kelchblättern als Ganzem kreuzen. Staminodien können durch ein vorgesetztes † kenntlich gemacht werden; die Stellung der Fruchtblätter bei den oben erwähnten Verschiebungen im Androeceum wird durch einen vorgesetzten | als den Kronenblättern superponirt gekennzeichnet. Wo das Perigon nicht in Kelch und Krone gesondert ist, wird es durch P ausgedrückt, z. B. $P3 A6 + 6 G^{(6)}$ die Formel für Asarum.

Schliesslich ist auch die Stellung der Blüthentheile zu den vorausgehenden Blattgebilden zu berücksichtigen; es geschieht diess am leichtesten bei seitlichen Blüthen, d. h. solchen, deren Axe ausser den eigentlichen Blattgebilden der Blüthe und den Vorblättern keine anderen Blattgebilde trägt; deren Blütenstiel entspringt in der Achsel eines Deckblattes oder Tragblattes. Eine Ebene, welche durch die Blüthe so gelegt wird, dass sie die Abstammungsaxe und die Mediane des Deckblattes in sich aufnimmt,

heisst der Medianschnitt der Blüthe; die dazu rechtwinklige die Blüthe halbirende: Lateralschnitt, eine zwischen diesen verlaufende: Diagonale. Diese Ausdrücke gelten auch, um die Stellung von Blüthentheilen zu bezeichnen; so sagt man von der Cruciferenblüthe Fig. 154, der äussere Kelchquirl steht median, die Fruchtblätter lateral, die Krone diagonal; es ist in diesen Diagrammen überall der Querschnitt der Abstammungsaxe durch einen oben stehenden Punkt angedeutet, das stets diesem gegenüber, also unten zu denkende Tragblatt weggelassen; die Richtung gegen die Abstammungsaxe wird als hinten, die gegen das Deckblatt als vorne bezeichnet.

Viele Blüthen haben nur ein Vorblatt, (die meisten Monocotyledonen); dieses steht fast immer dem Deckblatt gegenüber, also hinter der Blüthe; aus einleuchtenden Gründen der Symmetrie steht dann ein Blatt des dreizähligen Kelches (und zwar bei spiraligem Bau das erste) nach vorne.

Sind zwei seitliche Vorblätter (gewöhnlich mit α und β bezeichnet) vorhanden, wie bei den meisten Dicotyledonen, so stehen zweizählige Quirle des Kelches damit gekreuzt, bei dreizähligen und fünfzähligen Kelch (sowohl quirlig als spiralig gebautem) fällt meistens ein Kelchblatt median nach hinten. —

Ein Blick auf Fig. 153 genügt, um zu sehen, dass die hier abgebildete Blüthe durch eine, und zwar nur durch eine senkrechte Ebene in zwei symmetrische, d. h. einander wie Spiegelbilder gleiche Hälften getheilt werden kann. Diese Ebene (die Figur in der Richtung von oben nach unten schneidend) ist hier der Medianschnitt der Blüthe.

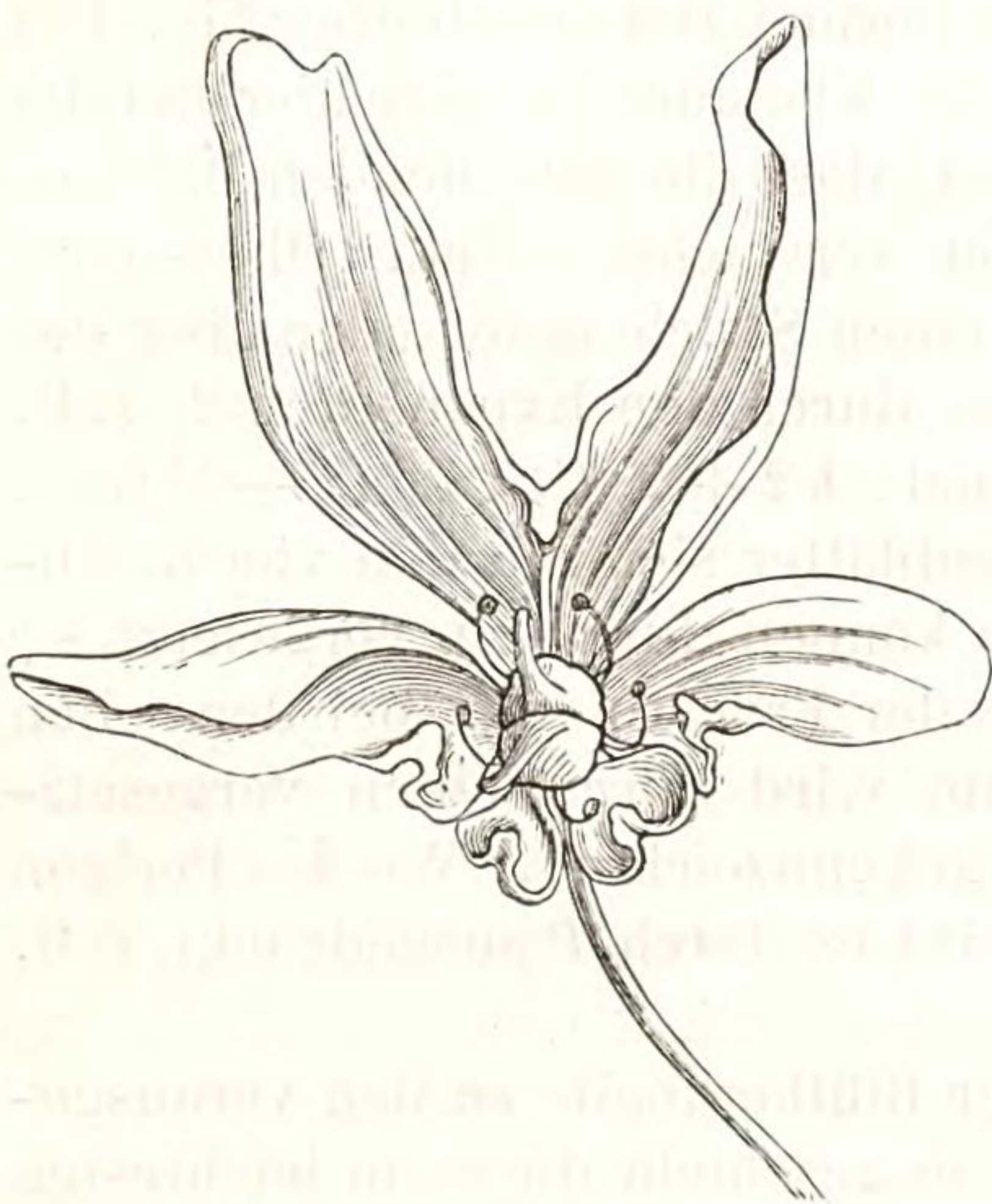


Fig. 153. Blüthe von *Heracleum* mit zygomorpher Corolle (vergr.) (nach *Sachs*).

Solche Blüthen nun, welche, wie Fig. 153, nur durch einen einzigen Schnitt (sei es nun der Medianschnitt oder ein anderer), symmetrisch getheilt werden können, heissen einfach symmetrisch, monosymmetrisch oder zygomorph, in systematischen Werken unregelmässig genannt. Gibt es mehrere solcher Schnitte, welche eine Blüthe symmetrisch theilen, so heisst diese mehrfach symmetrisch, oder polysymmetrisch; es sind dann wieder zwei Fälle möglich: entweder ist die Blüthe regelmässig, actinomorph, d. h. sämtliche durch jene Schnitte erhaltenen Hälften sind einander gleich, mit anderen Worten: die Blüthe lässt sich in eine Anzahl gleicher Sektoren theilen (z. B. die Diagramme Fig. 149 und 152); oder aber die durch den einen Schnitt erhaltenen Hälften sind verschieden von den durch einen anderen Schnitt erhaltenen,

solche Blüten heissen ebenfalls zygomorph. Unregelmässig oder asymmetrisch heissen wir eine Blüthe nur dann, wenn sie in gar keiner Weise symmetrisch getheilt werden kann.

Diese Ausdrücke beziehen sich sowohl auf die Stellungs- und Zahlenverhältnisse, wie sie im Diagramm ausgedrückt werden, als auch auf die Gestalt der fertigen Blüthe. Es kommt sehr häufig vor, dass eine der Anlage nach mehr oder minder regelmässige Blüthe sich zygomorph ausgebildet hat, z. B. Dictamnus, Leguminosen, Labiaten, sowie auch dass spiralige Blüten, deren Diagramme gar keine derartigen Verhältnisse erkennen lassen, zygomorphe Gestalt annehmen, z. B. Aconitum.

Pelorien heissen solche actinomorphe Blüten, welche sich an Pflanzen, deren Blüten normal zygomorph ausgebildet sind, abnormer Weise vorfinden, besonders häufig am Ende von Inflorescenzachsen, deren Seitenblüten zygomorph sind.

Die Bestäubung. Zur Einleitung der Befruchtung muss, wie bereits erwähnt, der Pollen auf die Narbe gelangen; bei einer Anzahl von hermaphroditen Blüten und zwar bei kleinen, unscheinbaren, gelangt der Pollen aus den Antheren der gleichen Blüthe auf die Narbe durch sehr einfache Mittel, indem der Pollen bald auf die tiefer stehende Narbe herabfällt, bald durch benachbarte Stellung der beiden Organe beim Oeffnen der Anthere in unmittelbare Berührung mit der Narbe gelangt. In diesen Fällen übt der Pollen der eigenen Blüthe vollkommen befruchtende Wirkung aus. — Bei diklinischen Blüten ist es selbstverständlich, dass der Pollen aus fremden Blüten auf die Narbe kommen muss; es ist aber eine Anzahl von Pflanzen mit hermaphroditen Blüten bekannt, in welchen gewöhnlich eine Uebertragung des Pollens aus anderen Blüten, Fremdbestäubung, stattfindet. Diese Rolle der Uebertragung wird für manche unscheinbare Blüten, z. B. von Getreidearten, vom Winde übernommen, für diejenigen Blüten aber, welche durch Grösse, Farbe, Geruch, reiche Honigabsonderung sich auszeichnen, besorgen die Insecten, welche des Honigs halber, sowie um den Pollen als Nahrungsmittel für sich zu sammeln, die Blumen aufsuchen, die Uebertragung. In einigen dieser Fälle ist es constatirt, dass nur der Pollen fremder Blüten befruchtende Wirkung ausübt, dass der eigene Pollen der Blüthe unfruchtbar, selbst geradezu schädlich ist, folglich Fremdbestäubung nothwendig ist; in anderen Fällen ist der eigene Pollen zwar nicht unfruchtbar, aber doch in geringerem Grade befruchtungsfähig, als der fremde; hier ist also Fremdbestäubung vortheilhaft; in noch anderen Fällen endlich ist die befruchtende Wirkung des eigenen Pollens ebenso gross, als die des fremden, und es liegt hier also der Vortheil der Fremdbestäubung offenbar nur in der kräftigeren Nachkommenschaft, welche durch die Vermischung verschiedener Individuen entsteht.

In solchen Blüten, für welche Fremdbestäubung nothwendig oder nützlich ist, sind nun Einrichtungen der mannigfaltigsten Art getroffen, einerseits um die Selbstbestäubung zu verhindern oder zu beschränken, andererseits um die Fremdbestäubung zu ermöglichen; endlich auch, um im Falle des Ausbleibens der Fremdbestäubung schliesslich noch Selbst-

bestäubung zu bewirken; letzteres natürlich nur da, wo der eigene Pollen befruchtungsfähig ist; es leuchtet ja ein, dass eine, wenn auch nicht sehr ausgiebige Befruchtung mit eigenem Pollen immer noch nützlicher ist, als gar keine.

Unter den Einrichtungen, welche die Selbstbestäubung verhindern, ist die einfachste die, dass vermöge der gegenseitigen Stellung von Antheren und Narbe der Pollen nicht auf die Narbe der gleichen Blüthe von selbst gelangen kann (z. B. *Aristolochia* Fig. 454); oder aber in einer Anzahl von Blüthen verkümmern die männlichen, in anderen die weiblichen Organe, d. h. sie sind wohl vorhanden, aber nicht functionsfähig; es ist dies eine Annäherung an Diklinie, z. B. bei der Feuerlilie, in der man gewöhnlich in den einen Blüthen die Fruchtknoten, in den andern die Antheren verkümmert findet; drittens sehr häufig ist die Dichogamie, d. h. die Einrichtung, dass beiderlei Organe sich ungleichzeitig entwickeln; die Blüthen sind dann entweder protandrisch, d. h. die Staubgefäße jeder Blüthe entwickeln sich zuerst und haben den Pollen schon entleert, wenn die Narbe der gleichen Blüthe fähig wird Pollen aufzunehmen; oder protogyn, d. h. die Narben entwickeln sich schon, bevor die Antheren der gleichen Blüthe den Pollen entlassen; in letzterem Falle ist natürlich Selbstbestäubung nur dann ausgeschlossen, wenn die Narbe während des Verstäubens schon abgewelkt ist; es gibt aber auch protogyne Blüthen, in denen die Narbe lange Zeit frisch bleibt, also doch durch eigenen Pollen bestäubt werden kann.

Unter den Einrichtungen, welche die Fremdbestäubung durch Insecten ermöglichen, sind zunächst die Anlockungsmittel der Blüthen für die Insecten, als lebhaftes Farben, Geruch, reiche Honigabsonderung zu erwähnen; viele Farbenzeichnungen erfüllen die Aufgabe, den Insecten den Zugang zum Honig bemerkbar zu machen. Die Form der Blüthen, die Lage des Honigs, die Stellung und Richtung der Staubgefäße zu den übrigen Blüthentheilen, besonders den Narben, die zeitliche Aufeinanderfolge in der Entwicklung der Blüthentheile, alle diese Umstände wirken in den mannigfaltigsten Combinationen zusammen, um die Fremdbestäubung zu sichern, sowie auch bisweilen, um nur bestimmten Insecten, z. B. Schmetterlingen mit langen Rüsseln den Zugang zu gestatten. Freilich gibt es auch Fälle, wo die Insecten gelegentlich auch Pollen der eigenen Blüthe mit der Narbe in Berührung bringen.

Als einer ziemlich einfachen Erscheinung sei hier besonders der Heterostylie (Dimorphismus) gedacht, welche z. B. bei den Schlüsselblumen, Pulmonarien u. a. vorkommt. Diese Pflanzen haben zweierlei Blüthen; in den einen sind die Staubfäden kurz und die Griffel viel länger, so dass die Narbe oberhalb der Antheren steht; in den anderen stehen umgekehrt die Antheren auf langen Staubfäden über der Narbe, und zwar so, dass die Antheren in der einen Blüthenform auf derselben Höhe stehen, wie die Narben der anderen (s. Fig. 250). Da nun durch die Lage der Nectarien und die Form der übrigen Blüthentheile ein die Blüthe besuchendes Insect genöthigt wird, bei jedem Besuche die gleiche Stellung einzunehmen, so

streift es mit demselben Körpertheil, mit dem es in der ersten Blüthe die Antheren berührt und Pollen hinweggenommen hat, in der folgenden die Narbe und legt den an ihm hängen gebliebenen Pollen ab. Versuche mittels künstlicher Uebertragung des Pollens haben nun gezeigt, dass dann die ausgiebigste Befruchtung eintritt, wenn die auf gleicher Höhe stehenden Organe zusammenwirken. Das Gleiche gilt von den trimorphen Pflanzen, z. B. *Oxalis*, wo dreierlei Blüthen mit drei verschiedenen Längen des Griffels und der beiden Staubfadenkreise vorkommen.

Als Beispiele complicirter Einrichtungen zum Zweck der Fremdbestäubung mögen hier *Aristolochia* und *Epipactis*, eine Orchidee, beschrieben werden.

Die Blüthe von *Aristolochia Clematidis* (Fig. 154) ist protogyn; die Insecten können durch die Röhre des Perigons (Fig. 154 *r*), welche mit ab-

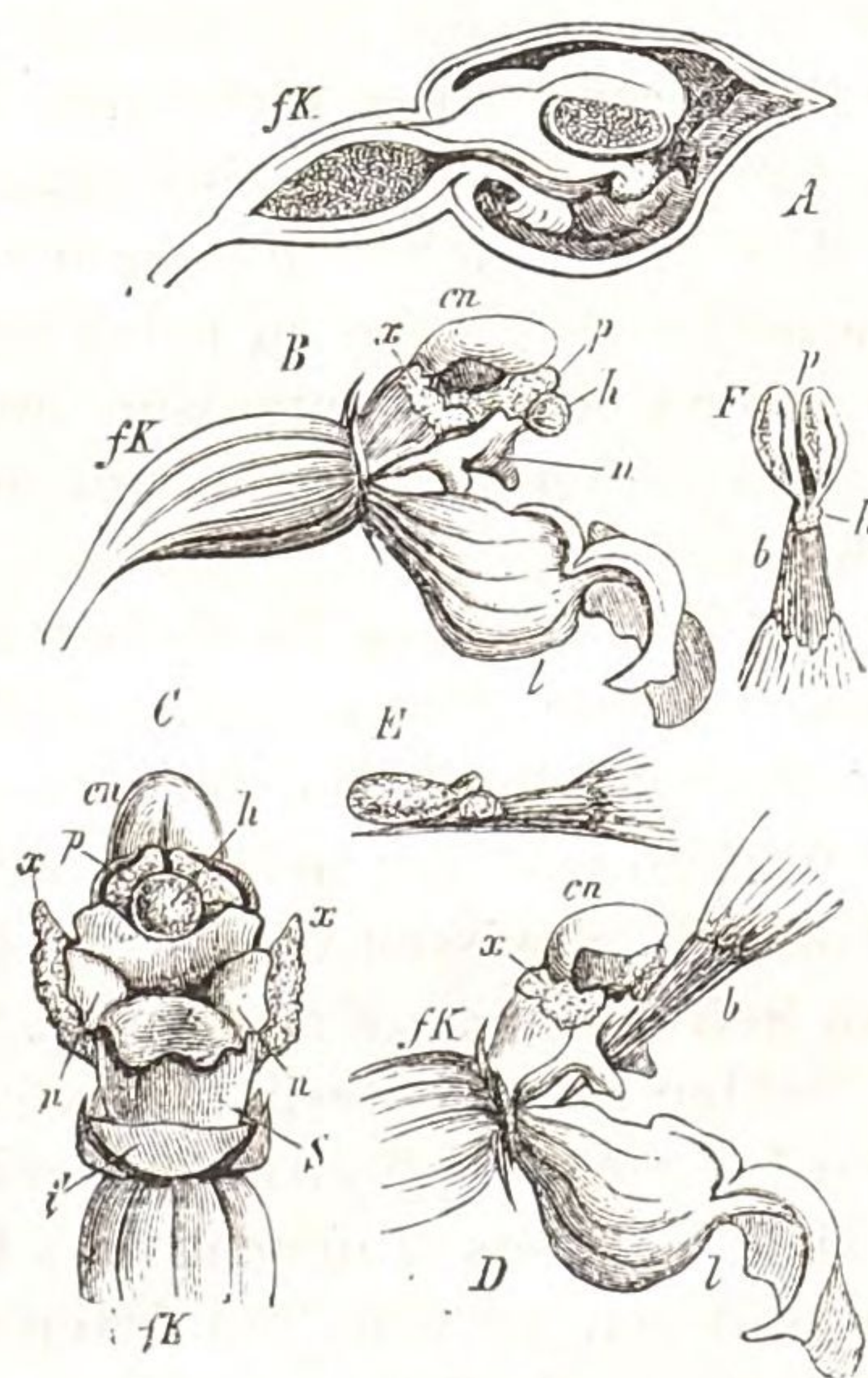
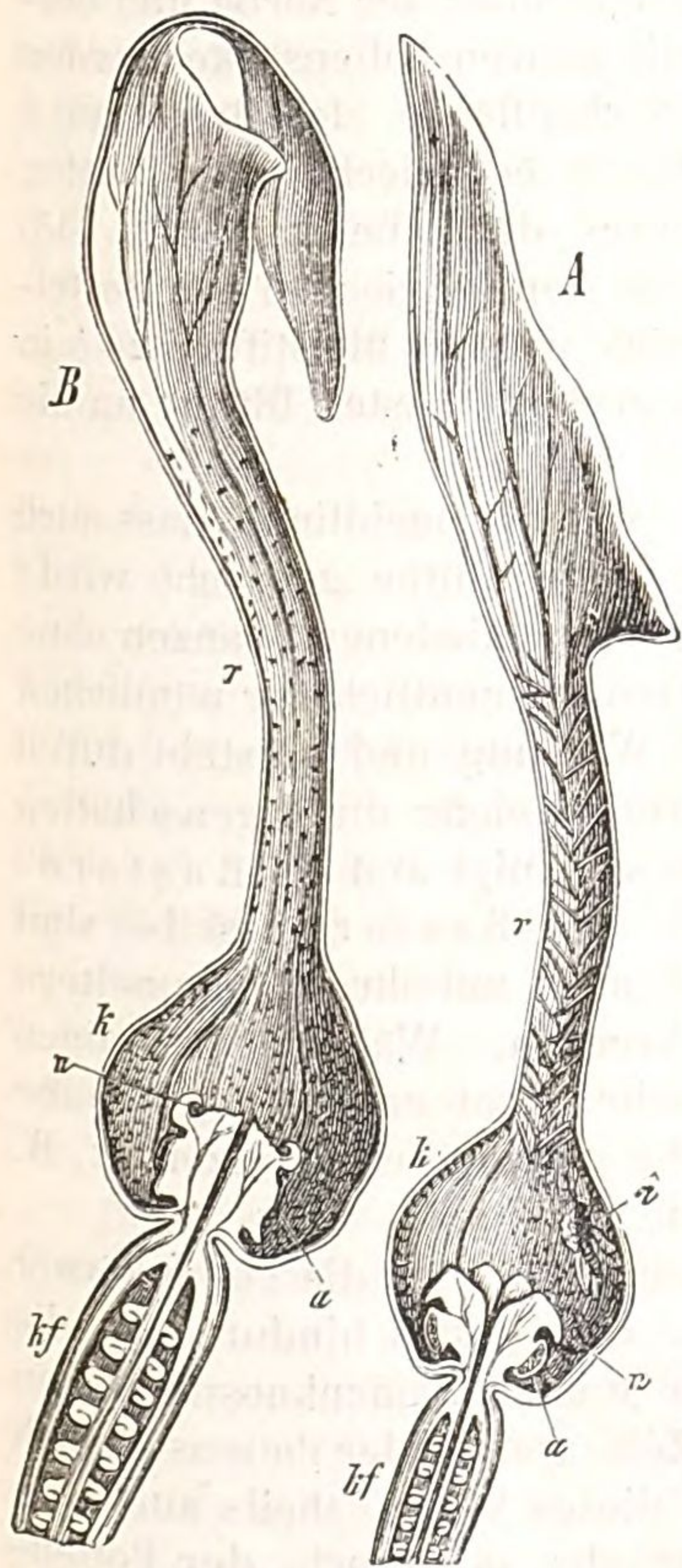


Fig. 155. *Epipactis latifolia*. A Längsschnitt einer Blüthenknospe. B ganz offene frische Blüthe nach Wegnahme der Perigontheile mit Ausnahme des Labellums *l*, C nach Wegnahme aller Perigontheile von vorn gesehen. *fK* Fruchtknoten; *l* Labellum; *n* Narbe, *cn* Connectiv der Anthere, *p* die beiden Pollenmassen, *h* Rostellum; *xx* die 2 seitlichen Staminodien. D eine Bleistiftspitze *b* nach Art eines Insectenrüssels eingeführt, E und F dieselbe wieder herausgezogen mit den daran haftenden Pollenmassen *p* und Rostellum *h* (nach Sachs).

Fig. 154. Blüthe von *Aristolochia*, A vor, B nach der Befruchtung; *r* Röhre des Perigons, *k* Kessel desselben, *n* Narbe, *a* Antheren, *l* ein Insect; *kf* Fruchtknoten (nach Sachs).

wärts gekehrten Haaren ausgekleidet ist, ungehindert eintreten und auf der Narbe den mitgebrachten Pollen abstreifen; die Haare der Röhre wehren ihnen aber den Ausgang. Wenn die Narbe bestäubt ist, schlagen

sich deren Lappen (Fig. 154 *A* und *B*, *n*) nach oben und machen so die sich öffnenden Antheren zugänglich; das Thier (Fig. 154 *l*), welches fortwährend Versuche macht, dem Gefängniss zu entkommen, kriecht nach unten, wo sich ihm der ausfallende Pollen anhängt; um diese Zeit schrumpfen die Haare der Röhre und das Insect kann, mit Pollen beladen, entweichen, um denselben trotz der gemachten Erfahrung in eine zweite Blüthe zu tragen.

Die eben befruchtungsfähig gewordenen Blüthen sind aufrecht und die Röhre des Perigons ist oben geöffnet, so dass das Insect ungehindert eintreten kann; nach der Befruchtung aber neigt sich der Stiel abwärts und die Röhre wird durch den grossen Lappen des Perigons geschlossen, so dass also die Insecten nicht in die Lage kommen, bereits befruchtete Blüthen zu besuchen.

In der Blüthe von *Epipactis* sitzt die Anthere über der Narbe und entlässt nicht einzelne Pollenkörner, sondern die ganzen Pollensäcke werden bei Berührung eines klebrigen Theils der Narbenfläche (des Rostellum *h* Fig. 155) sammt diesem hinweggenommen. Das Insect kriecht in die Blüthe, um den in der Höhlung des einen Perigonblattes (des Labellum *l* Fig. 155) abgesonderten Nectar zu holen und zieht beim Herauskriechen das Rostellum sammt den Pollenmassen hinweg, ähnlich wie die Bleistiftspitze *b* in Fig. 155, trägt es mit sich fort und setzt es in der nächsten Blüthe an die Narbe ab.

Bei den häufigen Fremdbestäubungen ist es unvermeidlich, dass auch Pollen anderer Pflanzenarten auf die Narbe einer Blüthe gebracht wird; während nun der Pollen von systematisch weit verschiedenen Pflanzen ohne alle Wirkung ist, hat der naheverwandter Arten, namentlich der nämlichen Gattung in gewissen Gruppen befruchtende Wirkung und entsteht durch diese Befruchtung, Kreuzung, eine Pflanze, welche die Eigenschaften der beiden Stammeltern in gewissem Maasse vereinigt und als Bastard, Blendling oder hybrid bezeichnet wird. Die Bastarde selbst sind für sich meistens unfruchtbar, können sich aber mit ihren Stammeltern oder anderen verwandten Arten wiederum kreuzen. Während in einigen Gattungen z. B. *Salix*, *Cirsium*, Bastarde sehr leicht entstehen, ist eine Bastardirung bei anderen unter sich ganz nahe verwandten Pflanzen, z. B. Apfel- und Birnbaum, auch künstlich noch nie gelungen.

Die Befruchtung. Auf der Narbe angelangt, treiben die Pollenkörner Pollenschläuche, welche durch das Gewebe des Griffels hindurch in die Fruchtknotenhöhle und durch die Mikropyle je einer Samenknospe bis an deren Kern hinwachsen (Fig. 156 *P*, *n*). Die Zeit, welche der Pollenschlauch hiezu braucht, hängt theils von der Länge dieses Wegs, theils auch von specifischen Eigenthümlichkeiten der Pflanze ab; so braucht der Pollenschlauch von *Crocus*, um den etwa 5—10 Centimeter langen Griffel zu durchsetzen, nur einen bis drei Tage, während er bei Orchideen, wo er einen Weg von kaum 2—3 Milimeter zu durchsetzen hat, mehrere Tage, selbst Wochen und Monate braucht; ja hier bilden sich inzwischen erst die Samenknospen im Fruchtknoten aus.

Der Embryosack liegt bei den Angiospermen immer am vorderen Ende des Knospenkerns, ja wächst manchmal selbst in die Mikropyle hinein. Er enthält, sowohl in seinem hinteren, als in seinem vorderen Ende drei Zellen; von den letzteren ist eine die Eizelle, welche durch den sich anlegenden Pollenschlauch befruchtet wird. In Folge dessen umgibt sie sich mit einer Membran und wächst zu einem meist kurzen Embryoträger nach unten hin aus, an dessen unterem Ende sich der Embryo herabildet (Fig. 156 E). Unterdessen erfüllt sich der übrige Raum mit Endosperm, welches meist anfänglich durch freie Zellbildung, in mehreren Fällen jedoch durch Theilung des Embryosacks entsteht.

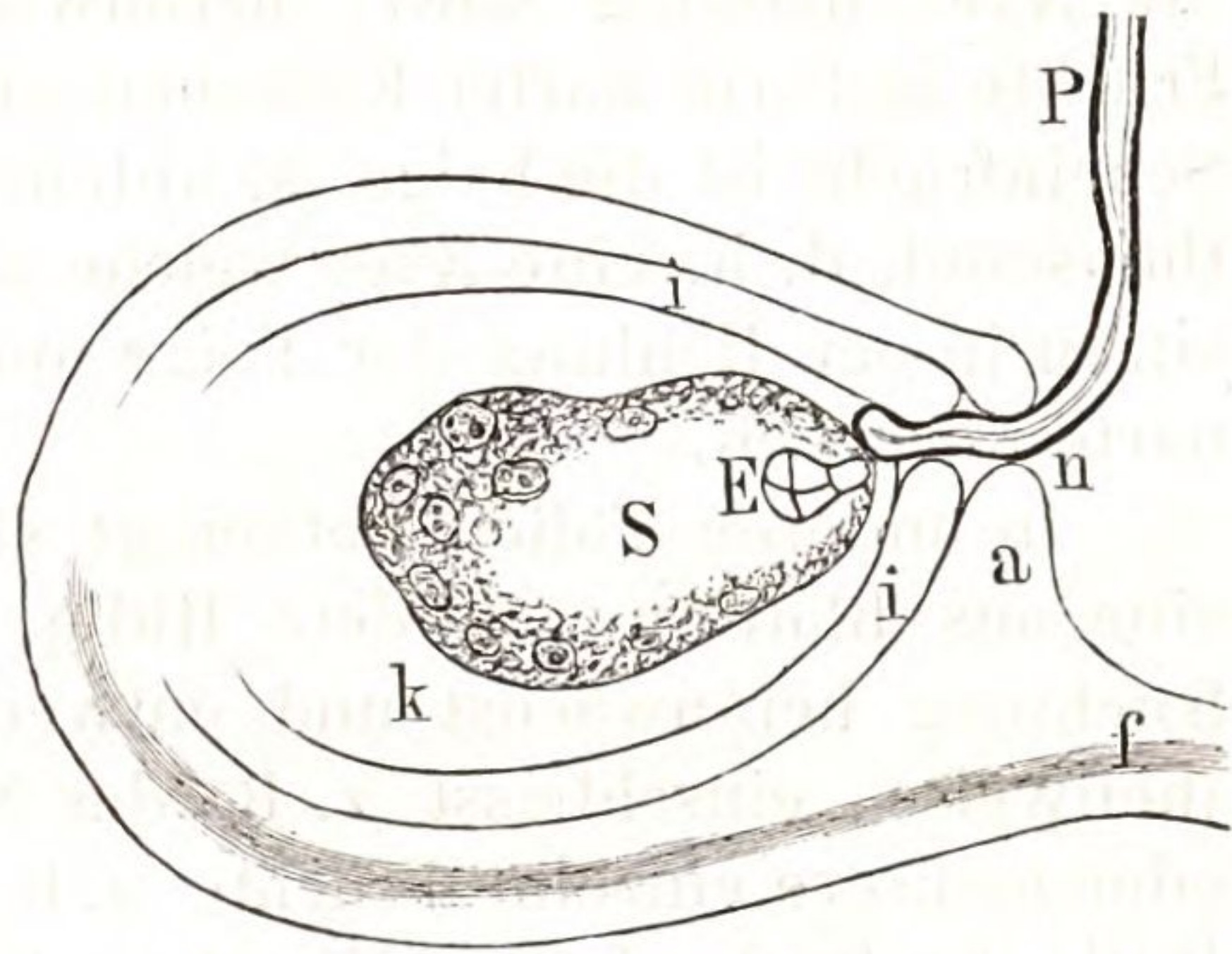


Fig. 156. Schematische Darstellung einer Samenknope kurz nach der Befruchtung; *a* äusseres und *i* inneres Integument, *f* Funiculus, *k* Knospenkern, *S* Embryosack, darin der aus der befruchteten Eizelle entstandene Embryo *E*, sowie das durch freie Zellbildung entstehende Endosperm. *P* der Pollenschlauch, der durch die Mikropyle *n* eingedrungen war.

In diesem Endosperm werden Nahrungsstoffe abgelagert, welche vom Keimpflänzchen in der ersten Zeit seiner Weiterentwicklung, bei der Keimung verbraucht werden. In vielen Samen wird aber das Endosperm durch den sich ausbildenden Embryo ganz oder grösstentheils wieder aufgesogen; die Nahrungsstoffe werden dann bald in dem sich vermehrenden Gewebe des Knospenkerns (z. B. *Canna*, Pfeffer Fig. 157 *B*, *P*), dem Perisperm, bald aber auch im Keim selbst, in dessen dann mächtig heranwachsenden Cotyledonen abgelagert (z. B. Bohne, Rosskastanie, Mandel Fig. 157 *C*).

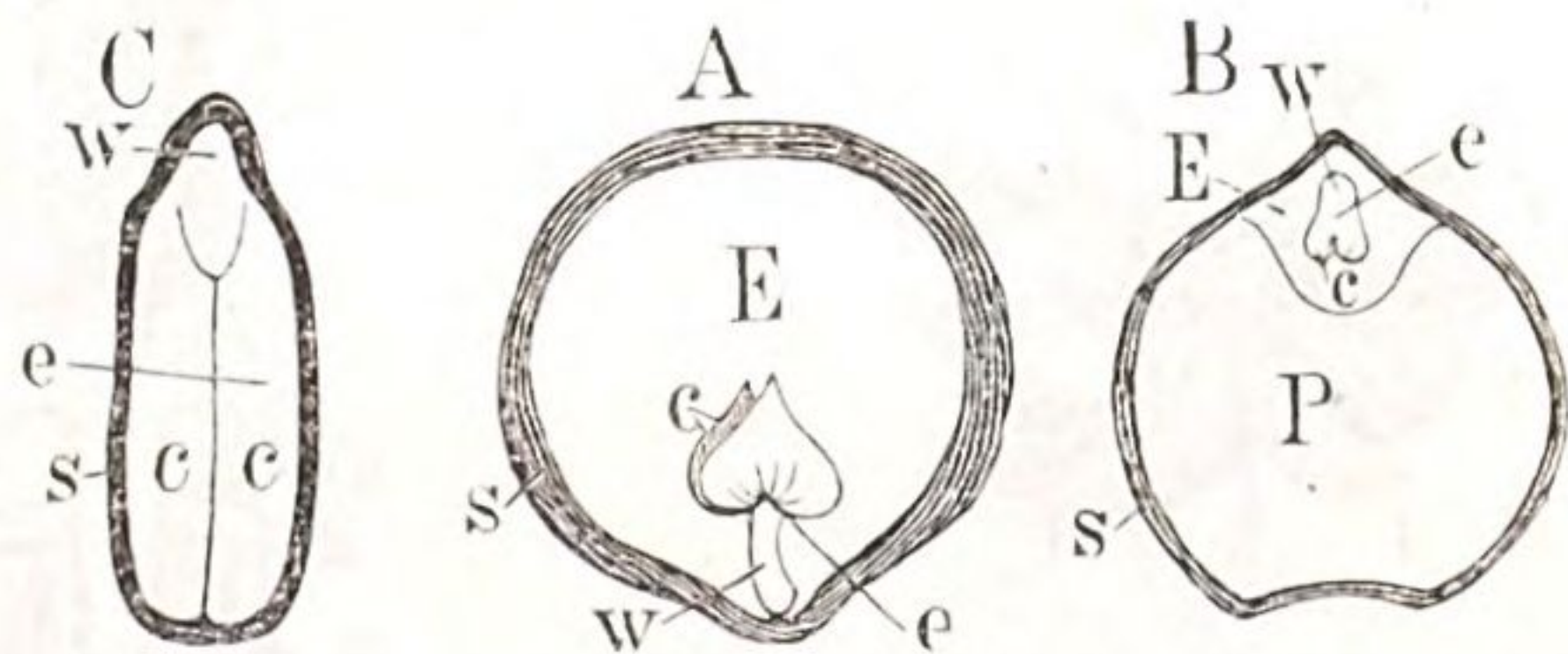


Fig. 157. Durchschnitte reifer Samen, *A* mit Endosperm *E* von *Strychnos Nux vomica*, *B* mit Endosperm *E* und Perisperm *P*, von *Piper*, *C* ohne Endosperm, der Mandel, *s* Samenschale, *e* der Embryo, *w* dessen Würzelchen, *cc* dessen Cotyledonen.

Die Frucht. Die Folgen der Befruchtung äussern sich nicht bloß darin, dass die Eizelle zum Embryo und die Samenknope zum Samen wird, sondern erstrecken sich auf das ganze Gynaecium, bisweilen auch noch auf andere Blüthentheile. Als Frucht im strengen Sinne bezeichnet man dasjenige, was in Folge der Befruchtung aus dem Fruchtknoten wird. Betheiligen sich an der Bildung des nach der Befruchtung sich entwickelnden, die Samen einschliessenden Organs, der im gewöhnlichen Leben sogenannten Frucht, noch andere Blüthentheile, so heisst dasselbe Scheinfrucht.

Eine solche Scheinfrucht ist z. B. der Apfel; denn die äussere fleischige Partie gehört dem den Fruchtknoten (das sog. Kerngehäuse) einschliessenden Axentheile der perigynen Blüthe an, welcher oben noch die

Kelchblätter trägt (s. unten Fig. 242 D); die sog. Kerne des Apfels sind die Samen. Ferner die Erdbeere, an welcher der Blütenboden (also ebenfalls die Axe) fleischig wird, heranwächst und die einzelnen einfächerigen Früchte in Form harter Körnchen einschliesst. Ein Beispiel einer anderen Scheinfrucht ist die Feige (s. unten Fig. 194), nemlich ein fleischiger Blütenstand, d. h. eine Axe, welche zahlreiche einzelne Blüten trägt; diese sitzen in der Höhlung der Feige und die einzelnen Früchte erscheinen als harte Körnchen.

In anderen Fällen betheiligt sich an der Bildung einer Scheinfrucht eine aus Blättern gebildete Hülle (Cupula), welche erst nach der Befruchtung heranwächst und entweder eine einzelne Frucht, wenigstens theilweise, einschliesst (z. B. der Napf an der Eichel s. unten Fig. 200) oder mehrere einzelne Früchte (z. B. die haarige vierklappig aufspringende Hülle der Buchenfrucht, die stachelige Hülle der echten Kastanie).

Die Sammelfrucht (Syncarpium) bildet sich aus den in Mehrzahl vorhandenen monomeren Fruchtknoten einer polycarpischen Blüthe z. B. Ranunculus, die Himbeere, wo die einzelnen Fruchtknoten fleischig werden, der Sternanis (Fig. 158); die einzelnen Früchtchen können eine

mannigfaltige Ausbildung erfahren, als Schliess-, Spring- (Balg-) oder saftige Früchte.

Die Theilfrucht (Mericarpium) dagegen entsteht durch die Trennung der Fächer eines mehrfächerigen Fruchtknotens während der Reife, so dass später scheinbar mehrere einzelne Früchte vorhanden sind, z. B. Umbelliferen (Fig. 159), Boragineen, Ahorn. Die einzelnen Mericarpien stellen stets Schliessfrüchte vor.

In manchen mehrfächerigen Fruchtknoten wird nur ein Fach weiter ausgebildet, welches allein Samen enthält (z. B. Valeriana, Eichel); die

übrigen schlagen fehl. — Sehr selten kommt es vor, dass eine Frucht sich ausbildet, ohne dass Samen und Embryonen gebildet werden, so bei einer kernlosen Sorte von Weintrauben.

Die Wandung des Fruchtknotens wird bei der Bildung ächter Früchte zur Fruchtschale, Pericarpium; dasselbe lässt im Allgemeinen drei Schichten von Geweben unterscheiden, zu äusserst das Epicarp, in der Mitte das Mesocarp und zu innerst das Endocarp. Je nach der Be-

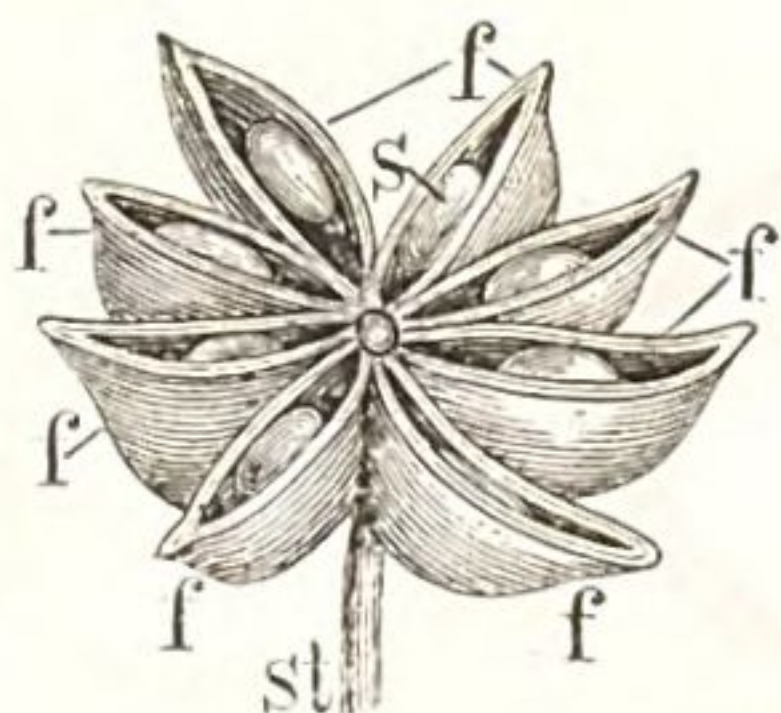


Fig. 158. Frucht von *Illicium anisatum* (Sternanis), *st* Blütenstiel, *ff* die einzelnen Früchte, mit je einem Samen *s*, zusammen ein Syncarpium bildend.

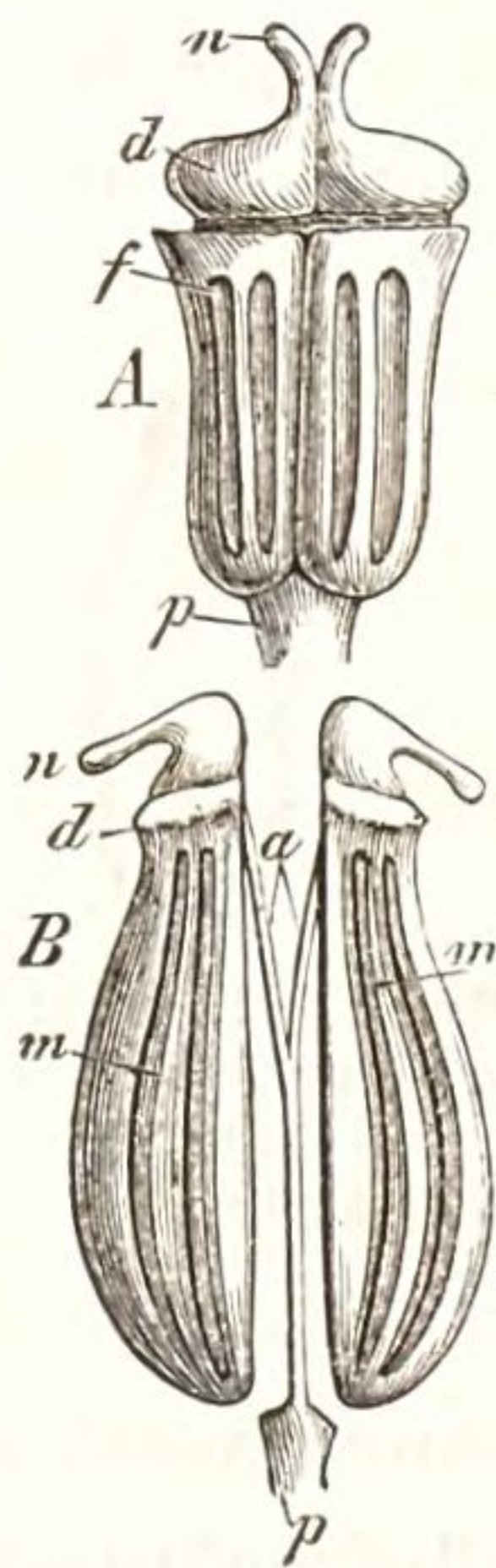


Fig. 159. *Carum Carvi*, eine Umbellifere, *A* Fruchtknoten der Blüthe (*f*); *B* reife Frucht, die beiden Fächer werden zu zwei Mericarpien (*m*); ein Theil der Scheidewand bildet einen Halter Carpophorum (*a*).

schaffenheit dieser Gewebe, ob sie trocken oder saftig, hart oder weich sind, sowie nach der Art, wie die Frucht sich öffnet, um die Samen zu entlassen, unterscheidet man folgende Formen von ächten Früchten:

A. Trockene Früchte: Das Pericarp ist holzig oder lederartig zäh; der Zellsaft verschwindet gewöhnlich aus allen Zellen.

I. Trockene Schliessfrüchte: Das Pericarp springt nicht auf; es umhüllt die Samen bis zur Keimung; die Samenschale ist meistens dünn, wenig ausgebildet, oft vollständig mit dem Pericarp verschmolzen.

1) einsamige:

a) die Nuss (nux), z. B. die Haselnuss (aber nicht die Wallnuss); das trockene Pericarp ist hart, sklerenchymatisch;

b) die Caryopse oder Achene (achaeonium) mit dünnem lederartigem Pericarp, z. B. die Frucht der Gräser, Compositen, der ächten Kastanie.

2) mehrsamige; sie zerfallen gewöhnlich in einsamige Theilfrüchte, welche meist ebenfalls die einzelnen Samen bis zur Keimung umschliessen, z. B. Umbelliferen (Fig. 459), Geraniaceen, Ahorn.

II. Trockene Springfrüchte: Das Pericarp reißt auf und entlässt die Samen, welche ihrerseits selbst eine kräftige Schale besitzen; sie sind zumeist mehrsamig.

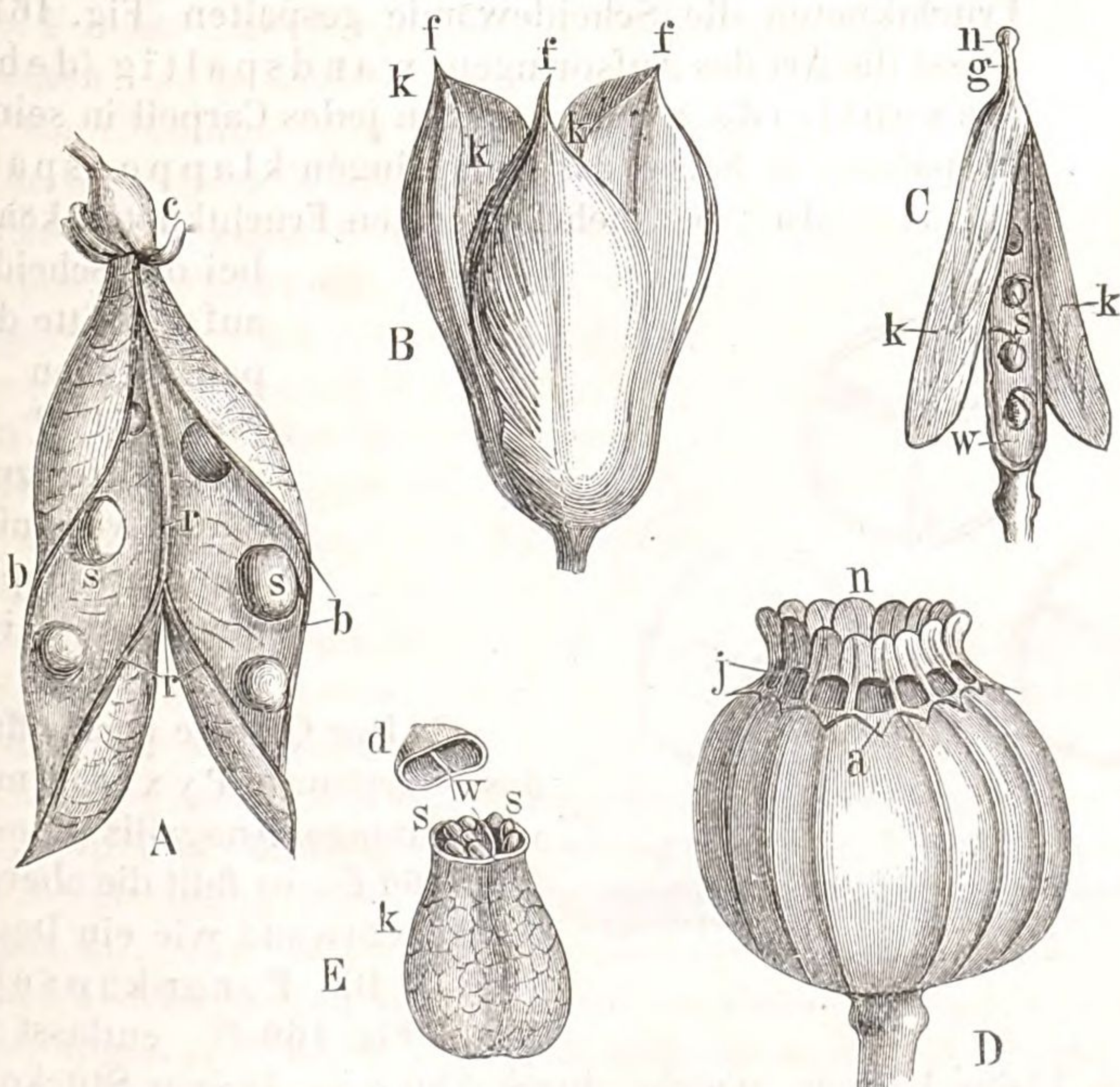


Fig. 160. Trockene Springfrüchte. *A* Hülse der Erbse, *r* Rücken, *b* Bauchnath, *c* Kelch, *s* die Samen. *B* septicide Kapsel der Herbstzeitlose, *fff* die drei sich trennenden Fruchtblätter. *C* Schote von Brassica; *kk* die Klappen, *w* die Scheidewand mit den Samen *s*; *g* Griffel, *n* Narbe. *D* Porenkapsel des Mohns *Papaver somniferum*; *n* Narbe, *j* die Poren entstanden durch Zurückschlagen der Stücke *a*. *E* Pyxidium von *Hyoscyamus*, *d* der abspringende Deckel, *w* die Scheidewand, *s* die Samen.

1) Der Länge nach aufspringend:

- a) die Balgfrucht (*folliculus*) besteht aus einem Carpell, welches längs der Bauchnath aufspringt und dort auch die Samen trägt, z. B. *Paeonia*, *Illicium* (Fig. 158 ff).
- b) die Hülse (*legumen*) besteht ebenfalls aus nur einem Carpell, das aber sowohl an der Bauch- als an der Rücken- nath aufspringt (Fig. 160 A, Querschnitt Fig. 145 A); z. B. Wicke, Erle, Bohnen, überhaupt alle Leguminosen; hie und da ist eine falsche Scheidewand vorhanden.
- c) die Schote (*siliqua*) besteht aus zwei Carpellen, welche einen zweifächerigen Fruchtknoten bilden; die beiden Carpelle lösen sich bei der Reife von der Basis an als sog. Klappen von einander und von der auf dem Blüthenstiel stehen bleibenden Scheidewand, z. B. Raps, Senf, überhaupt die meisten Cruciferen (Fig. 160 C).
- d) die Kapsel (*capsula*) entsteht aus einem polymeren ein- oder mehrfächerigen Fruchtknoten und zerspaltet in zwei oder mehr Klappen, die vom Scheitel her sich ganz oder nur eine Strecke weit trennen (Fig. 160 B). Werden dabei die Carpelle von einander getrennt, also bei mehrfächerigen Fruchtknoten die Scheidewände gespalten (Fig. 161 A), so heisst die Art des Aufspringens wandspaltig (*dehiscencia septicida*); wird dagegen jedes Carpell in seiner Mitte gespalten, so heisst das Aufspringen klappenspaltig (*d. loculicida*); bei mehrfächerigen Fruchtknoten können da-

bei die Scheidewände auf der Mitte der Klappen stehen bleiben (Fig. 161 B) oder in der Mitte zu einer Säule vereinigt sich von den Klappen trennen (*d. septicida*, Fig. 161 C).

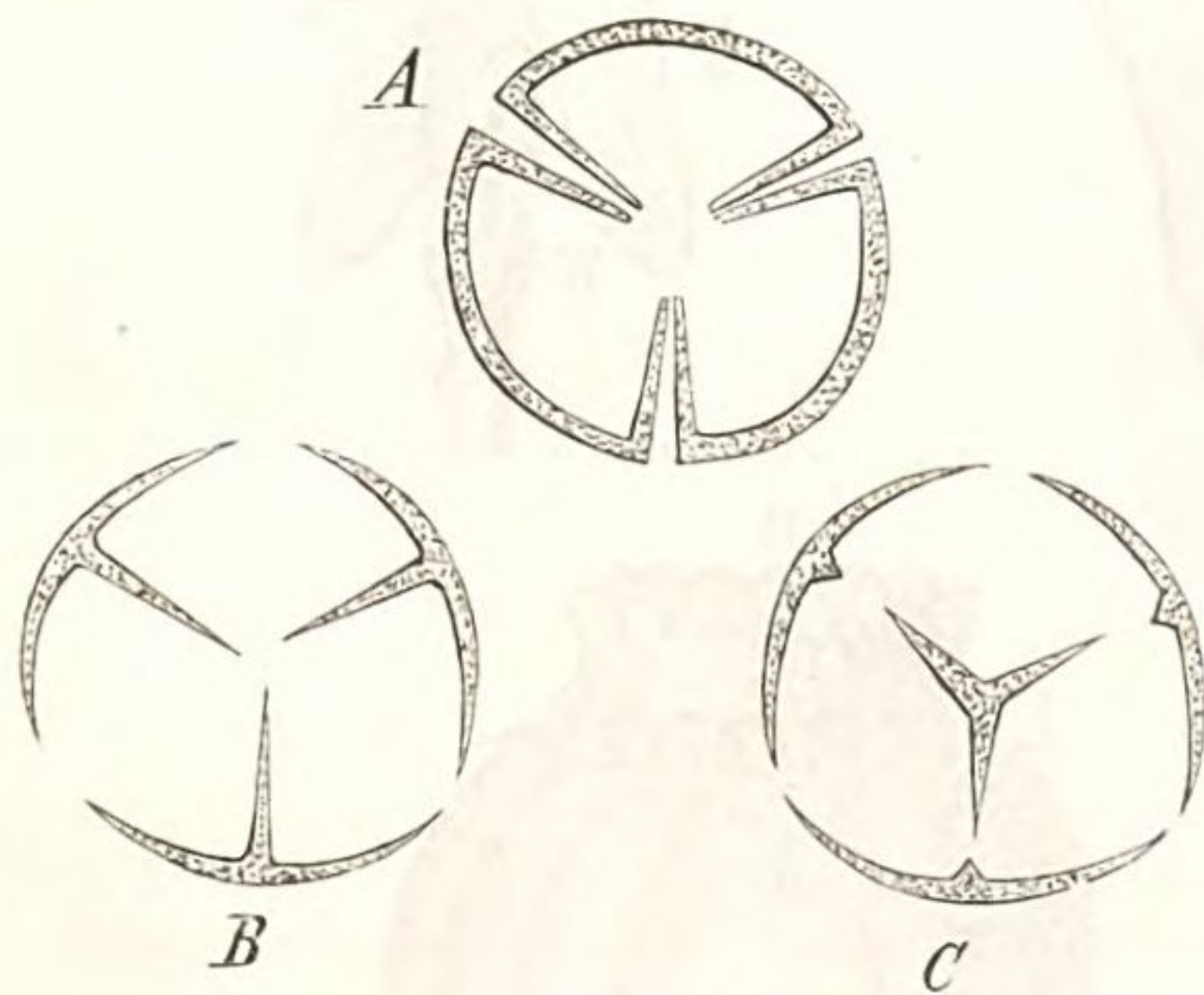


Fig. 161. Schematische Querschnitte aufgesprungener Kapseln; A septicida, B loculicide, C septicida Dehiscenz.

2) Der Quere nach öffnet sich das sogenannte Pyxidium, z. B. von *Plantago*, *Anagallis*, *Hyoscyamus* (Fig. 160 E): es fällt die obere Kappe der Fruchtwand wie ein Deckel ab.

3) Die Porenkapsel, z. B. Mohn (Fig. 160 D), entlässt die Samen durch kleine Löcher, welche durch Ablösung kleiner Stücke an bestimmten Stellen der Fruchtwand entstehen.

B. Saftige Früchte: Das Pericarp, oder wenigstens einzelne Schichten desselben bleiben bis zur Reife saftig, ja werden gewöhnlich erst fleischig.

1) Die Pflaumen- oder Steinfrucht (*drupa* Fig. 162), z. B. die Pflaume, Kirsche, Wallnuss; die innerste Schicht, das Endocarp ist sehr hart und sklerenchymatisch (Fig. 162 *e*), und umschliesst den Samen bis zur Keimung, das Epicarp ist meist zart.

2) Die Beere (*bacca*); das Endocarp ist weich und saftig, wie das Mesocarp, so dass die einzelnen hartschaligen Samen in dem durchaus weichen Pericarp eingebettet sind; nur das Epicarp wird öfters stark und hart. Die Samen sind entweder einzeln (z. B. Dattel) oder zahlreich, z. B. Kürbis, Johannisbeere, Weintraube. Auch die Citronen und Orangen fallen unter diesen Begriff.

Je nachdem die Samen aus der Frucht frei werden oder die Schliessfrucht sich von der Pflanze ablöst, besitzt der Same oder die Frucht mannigfaltige Mittel zur Verbreitung, bald flügelartige Anhängsel (z. B. die Frucht des Ahorns, die Samen mancher Caryophylleen), bald Haarkronen (die Frucht der Compositen, die Samen der Baumwolle, Weiden, Pappeln); mehrere Frucht- und Samenschalen haben zu äusserst verschleimende Zellschichten, so besonders die Samen von Quitten, Lein, Plantago. Die Früchte von Geranium und verwandten Gattungen haben lange Schnäbel, mittels deren sie sich in die Erde einbohren.

Während einzelne Samen sofort nach dem Abfallen zu keimen anfangen, bedürfen die meisten einer längeren Ruhe; nach zu langer Aufbewahrung verlieren sie jedoch ihre Keimkraft.

Die erste Axe des Keimpflänzchens schliesst nur bei verhältnissmässig wenigen Pflanzen wieder mit einer Blüthe ab; diese Pflanzen heissen *einaxig*; gewöhnlich endigen erst Sprosse des zweiten, dritten oder höheren Grades mit einer Blüthe; die Pflanzen heissen dann: *zwei-*, *drei-*, *mehraxig*.

Die blüthentragenden Sprosse der Angiospermen bilden sehr häufig reiche Verzweigungssysteme, welche vom vegetativen Theil der Pflanze gewöhnlich scharf abgegrenzt sind, und ausser den Blattgebilden der Blüthe nur Hochblätter oder gar keine Blattgebilde tragen. Diese Verzweigungssysteme werden als **Blüthenstände**, *Inflorescenzen* bezeichnet.

Die Verzweigung ist in den Blüthenständen, wie überhaupt bei den Angiospermen, fast ausschliesslich monopodial und axillär. Einige scheinbare Abweichungen von der axillären Verzweigung lassen sich leicht auf diese allgemeine Regel zurückführen; so sind z. B. in den Trauben der meisten Cruciferen die Deckblätter der einzelnen Blüthenstiele abortirt, ebenso in den Köpfen vieler Compositen; bei Solaneen und Boragineen erleidet das Deckblatt häufig eine Verschiebung, so dass es an dem Achselspross selbst seitlich zu stehen scheint; andererseits kommt es auch

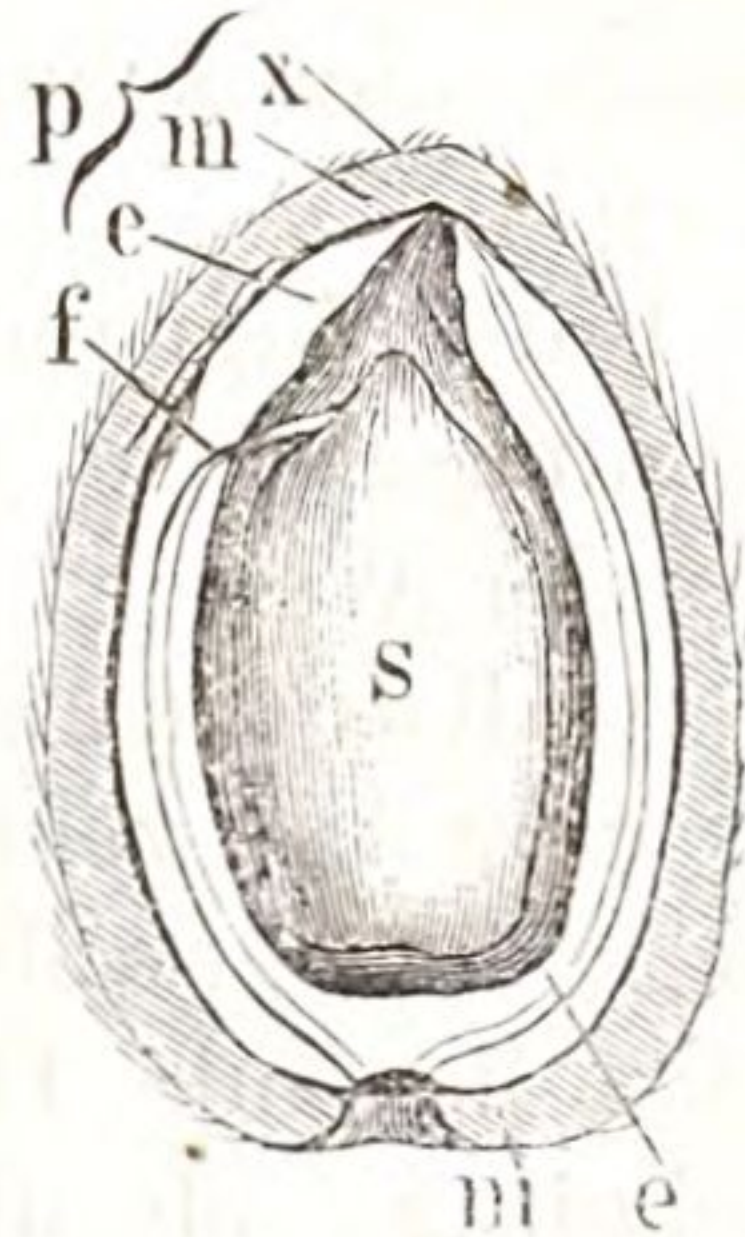


Fig. 162. Längsschnitt der Steinfrucht des Mandelbaums; *s* der Same befestigt am Funiculus *f*; *e* das harte Endocarp, *m* das Mesocarp, *x* das Epicarp, zusammen das Pericarp *p* bildend.

vor, dass der Achselspross mit seinem Mutterspross eine Strecke weit verwächst.

Lange blattlose oder nur mit wenigen kleinen Hochblättern versehene Blütenstiele oder ähnliche Axen, welche an ihrem oberen Ende dicht gedrängte oder scharf abgegrenzte Inflorescenzen tragen, heissen Schäfte (scapi).

Unter Zugrundelegung der oben p. 17 behandelten allgemeinen Verzweigungsgesetze unterscheiden wir die verschiedenen Blütenstände in folgender Weise:

A. Racemöse Blütenstände: Sie kommen dadurch zu Stande, dass eine Axe zahlreiche Seitensprosse in acropetaler Reihenfolge erzeugt, welche sich gewöhnlich nicht stärker entwickeln, als der über ihrer Insertion liegende Theil der Hauptaxe. Für die Begriffsbestimmung ist es gleichgültig, ob die Hauptaxe mit einer Blüthe abschliesst oder nicht. Endigen die Seitensprosse erster Ordnung, welche an der Hauptaxe des Blütenstandes, der Spindel entspringen, sofort, ohne sich weiter zu verzweigen, mit einer Blüthe, so heisst der Blütenstand:

I. einfach:

α) mit verlängerter Spindel; die Seitensprosse, d. h. Blütenstiele entspringen entfernt von einander an der Spindel. Nach äusserlichen Charakteren pflegt man folgende drei Formen zu unterscheiden:

1) Die Aehre (spica); die Blüten sitzen mit äusserst kurzem Stiel an der Hauptaxe (Fig. 163 A), z. B. die männlichen Aehren von Carex.

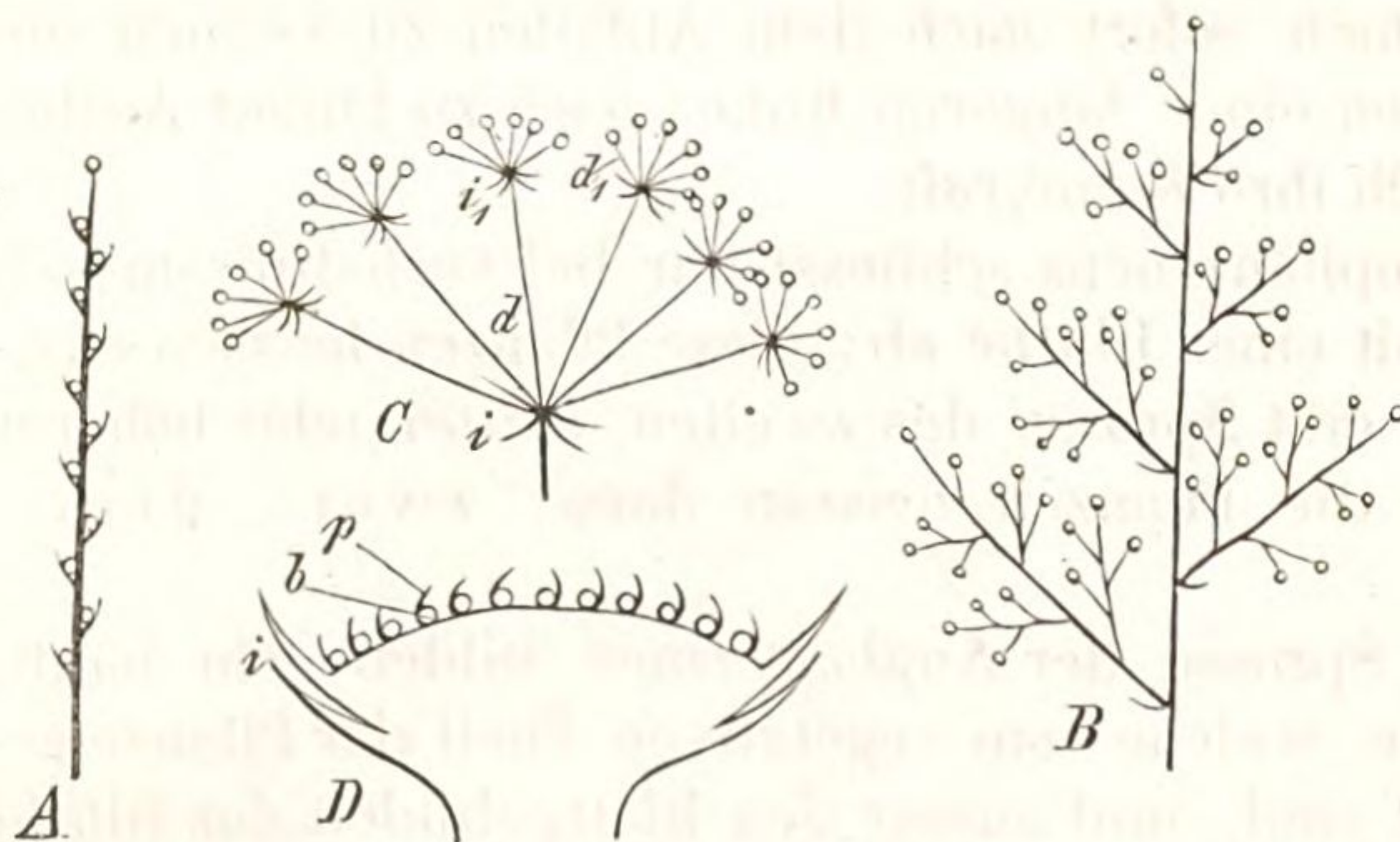


Fig. 163. Schematische Darstellung racemöser Blütenstände. A Aehre; B zusammengesetzte Traube; C zusammengesetzte Dolde; d Strahlen der Dolde, i Involucrum, d₁ Strahlen der Döldchen, i₁ Involucellum, D Köpfchen, i Involucrum, b Blüten, p Deckblätter.

2) der Kolben (spadix) unterscheidet sich nur durch die dicke fleischige Spindel; gewöhnlich entspringt an der Basis des Blütenstandes ein mächtig entwickeltes Hochblatt, die Scheide (spatha), welche den Kolben mehr oder weniger einhüllt, z. B. Arum, Richardia.

3) die Traube (racemus); die Blüten sind langgestielt,

z. B. die Cruciferen, wohin Raps, Kohl u. a.; hier sind die Deckblätter der einzelnen Blüten nicht entwickelt; Berberis u. a., aber nicht die Weintraube, s. unten Nr. 7.

β) Mit verkürzter Spindel; die Blütenstiele entspringen dicht gedrängt an der verkürzten oder breit abgeflachten Hauptaxe.

4) Das Köpfchen (capitulum); die verkürzte Hauptaxe ist ko-

nisch oder kuchenförmig ausgebreitet, oder selbst napfartig ausgehöhlt, mit sitzenden Blüthen dicht besetzt, Fig. 463 *D*; z. B. Compositen wohin Löwenzahn, Sonnenrose; Scabiosen. Die Deckblätter der einzelnen Blüthen (Fig. 463 *D*, *p*) fehlen bisweilen; hingegen wird das ganze Köpfchen an der Basis von einer Anzahl Hochblätter umgeben, dem Hüllkelch (*involucrum*) Fig. 463 *D*, *i*, wodurch der Blütenstand äusserlich einer Einzelblüthe ähnlich wird.

5) Die Dolde (*umbella*); eine grosse Zahl langgestielter Blüthen entspringt dicht gedrängt aus einer sehr verkürzten Spindel, welche gewöhnlich keine Endblüthe trägt, Fig. 463 *C*, *d*₁, z. B. Epheu. Die Deckblätter der einzelnen Blütenstiele, der Strahlen, sind gewöhnlich nicht vollzählig vorhanden und heissen Hülle, *involucrum*.

II. Zusammengesetzte racemöse Blütenstände kommen dadurch zu Stande, dass die Seitensprosse, welche bei den eben angeführten Formen die Blüthen tragen, sich wiederum nach racemösem Typus weiter verzweigen, oder mit anderen Worten: Blütenstände, welche einer der im Obigen aufgezählten Formen angehören, sind wiederum nach racemösem Typus zu einem grösseren Blütenstande zusammengestellt, z. B. mehrere Köpfchen in derselben Weise, wie die Einzelblüthen in einer Traube. Man wendet dann für den grösseren zusammengesetzten Blütenstand in seiner ersten Verzweigung dieselben Ausdrücke an, wie sie oben für die einfachen festgestellt wurden und spricht dann im erwähnten Beispiele von einer aus Köpfchen gebildeten Traube, kurz Köpfchentraube. Sie lassen sich eintheilen in:

α) gleichartig zusammengesetzte; die Verzweigung gehört in beiden (oder allenfalls noch höheren) Graden derselben Form an:

6) die zusammengesetzte Aehre: Mehrere einfache Aehren sind in derselben Weise an der Hauptspindel des ganzen Blütenstandes angeordnet, wie die Blüthen in einer einfachen Aehre, oder mit anderen Worten: an der Spindel einer Aehre sitzen statt einzelner Blüthen wiederum Aehren z. B. die sog. Aehre des Weizens, Roggens.

7) die zusammengesetzte Traube. An der Spindel einer Traube stehen wiederum Trauben; die Verzweigung wiederholt sich oft in noch höheren Graden derart, dass am Grunde des Blütenstandes die Verzweigung reicher ist, als gegen die Spitze Fig. 463 *B*, z. B. die Weintraube.

8) die zusammengesetzte Dolde Fig. 463 *C*; sie kommt viel häufiger vor, als die einfache und wird gewöhnlich schlechthin Dolde, *umbella* genannt; die einzelnen einfachen Dolden (Fig. 463 *C*, *d*₁) heissen dann Döldchen (*umbellulae*), deren Hüllen: Hüllchen (*involucella*).

β) ungleichartig zusammengesetzte; die Verzweigungen der verschiedenen Grade gehören verschiedenen Formen an.

Es kommt hier eine solche Mannigfaltigkeit vor, dass es unmöglich ist, die einzelnen Combinationen aufzuzählen und zu benennen. Als Beispiele für die Bezeichnungsweise seien erwähnt: Köpfchentraube, d. h. zu einer Traube zusammengestellte Köpfchen bei vielen Compositen, z. B.

Petasites; Aehrenköpfchen, d. h. zu einem Köpfchen zusammengestellte Aehren bei vielen Scirpeen; Aehrentraube bei vielen Gräsern, wo die letzten Verzweigungen einer zusammengesetzten Traube Aehren sind.

B. Cymöse Blütenstände. Der mit einer Blüthe abschliessende Hauptspross erzeugt unter seinem Ende einen oder wenige (nur selten mehrere) Seitensprosse, welche ebenfalls mit Blüthen abschliessen, sich kräftiger entwickeln, als der Hauptspross und dieselbe Verzweigungsform in höheren Graden fortsetzen.

I. Bei den einfachen cymösen Blütenständen behält die Verzweigung in den höheren Graden immer denselben Typus bei.

α) ohne Scheinaxe (s. oben p. 49).

9) Die cymöse oder Scheindolde (cyma); unterhalb der Endblüthe des Hauptsprosses entspringen zahlreiche d. h. drei oder mehr unter sich gleich starke Seitensprosse, z. B. bei vielen Euphorbien. Dieser Blütenstand ist der echten Dolde sehr ähnlich und unterscheidet sich in der That nicht von einer echten Dolde, welche mit einer Endblüthe versehen ist. (Die Zugehörigkeit zum cymösen Haupttypus ergibt sich in vielen Fällen daraus, dass die Cyma in höheren Graden durch Verarmung in Dichasien ausgeht.)

10) Das Dichasium (s. Fig. 48 und 49 C auf p. 49 u. 20); unterhalb der Endblüthe des Hauptsprosses entspringen nur zwei auf gleicher Höhe stehende Seitensprosse, die sich wiederum ebenso verzweigen; gewöhnlich kreuzen sich die aufeinanderfolgenden falschen Dichotomien unter rechtem Winkel, z. B. Valerianella, die schwächeren Blütenstände mancher Euphorbien.

β) mit Scheinaxe.

11) Die Schraubel (bostryx); die Seitenachsen der aufeinanderfolgenden Verzweigungen fallen immer auf dieselbe Seite, s. oben p. 49, Fig. 49 D.

12) Die Wickel (cincinnus); die Seitenachsen fallen auf entgegengesetzte Seiten, s. oben p. 49, Fig. 49 A und B.

II. Zusammengesetzte cymöse Blütenstände kommen einerseits dadurch zu Stande, dass die Verzweigung in höheren Graden sich abschwächt, indem z. B. wie schon oben angedeutet, die Strahlen einer Cyma nicht wieder zu Cymen, sondern zu Dichasien werden: Dichasiencyma, z. B. viele Euphorbien, oder Dichasien in Schraubeln oder Wickeln endigen. Andererseits kommt es vor, dass Schraubeln zu Wickeln zusammengestellt sind, z. B. Geranium u. s. f.

C. Racemös und cymös zusammengesetzte Blütenstände. Es kommt vor, dass zusammengesetzte Blütenstände in den verschiedenen Graden der Verzweigung einem anderen Haupttypus folgen. So findet sich z. B. racemöse Verzweigung im ersten, cymöse im zweiten Grade in den Dichasientrauben mancher Euphorbien (z. B. E. Esula, amygdaloides), den Wickeltrauben der Rosskastanie, den Schraubelköpfchen

mancher *Allium*-Arten u. s. f. Andererseits kommt auch cymöse Verzweigung im ersten, racemöse im zweiten Grade vor, z. B. aus Köpfchen zusammengesetzte Schraubeln, d. h. Köpfchenschraubeln bei *Cichorium* u. a.

Endlich sind noch einige Bezeichnungen für Blütenstände anzuführen, welche nur auf deren äussere Erscheinung Bezug haben, ohne Rücksicht auf den Aufbau nach den oben geschilderten Typen; so nennt man z. B. *Rispe* (*panicula*) im Allgemeinen einen wenigstens im ersten Grade racemösen Blütenstand von pyramidalen Gestalt; *Ebenstrauss* (*corymbus*) einen zusammengesetzten Blütenstand, dessen letzte Zweige alle in einer Ebene endigen und die Blüten tragen, z. B. *Sambucus*; *Spirre* (*anthela*) ist ein zusammengesetzter Blütenstand, dessen Zweige ersten Grades von unten nach oben (dem Ansehen nach von aussen nach innen) allmählig kürzer werden (z. B. *Juncaceen*); *Kätzchen* (*amentum*) heisst ein meist hängender einfacher oder zusammengesetzter Blütenstand von verlängerter Gestalt, welcher nur unscheinbare Blüten trägt und nach dem Abblühen sich als Ganzes von der Pflanze lostrennt.

Classe IX.

Monocotyledones.

Der Embryo trägt nur einen Cotyledon; das Endosperm im reifen Samen ist meist gross.

Der Embryo ist gewöhnlich klein im Verhältniss zum umfangreichen Endosperm (Fig. 164 I. e, c), die Axe des Embryos ist nach hinten von einer meist sehr kurzen Wurzelanlage begrenzt, und trägt vorn ein scheidenförmiges erstes Blatt, den Cotyledon, dessen Masse meist beträchtlich grösser ist, als die des ganzen übrigen Keims, und welches nicht selten noch ein oder mehrere jüngere alternirende erste Blätter einschliesst.

Bei der Keimung bleibt gewöhnlich das obere Ende des Cotyledons im Samen eingeschlossen, um die im Endosperm abgelagerten Reservestoffe aufzusaugen (Fig. 164 II—IV); die untere Partie des Cotyledons streckt sich und schiebt das Wurzelende sammt dem Stämmchen aus dem Samen heraus. Bei den Gräsern hat der Cotyledon eine eigenthümlich schildförmige Gestalt, und heisst daher *Schildchen* (*scutellum*) Fig. 165 ss. Dasselbe hüllt im reifen Samen den Embryo zum grössten Theile ein und grenzt andererseits an das Endosperm; bei der Keimung saugt der Cotyledon die in diesem enthaltenen Nahrungsstoffe auf, während der Stamm mit den übrigen Blättern aus dem Samen austritt. Bei den übrigen Monocotyledonen entwickelt sich der Cotyledon zu einem scheidenförmigen Niederblatt, oder zum ersten grünen, von den späteren Laubblättern kaum verschiedenen Blatt.

Die Hauptwurzel bleibt gewöhnlich klein und unbeträchtlich, während aus dem Stamm sich nach und nach immer höher oben Wurzeln entwickeln.

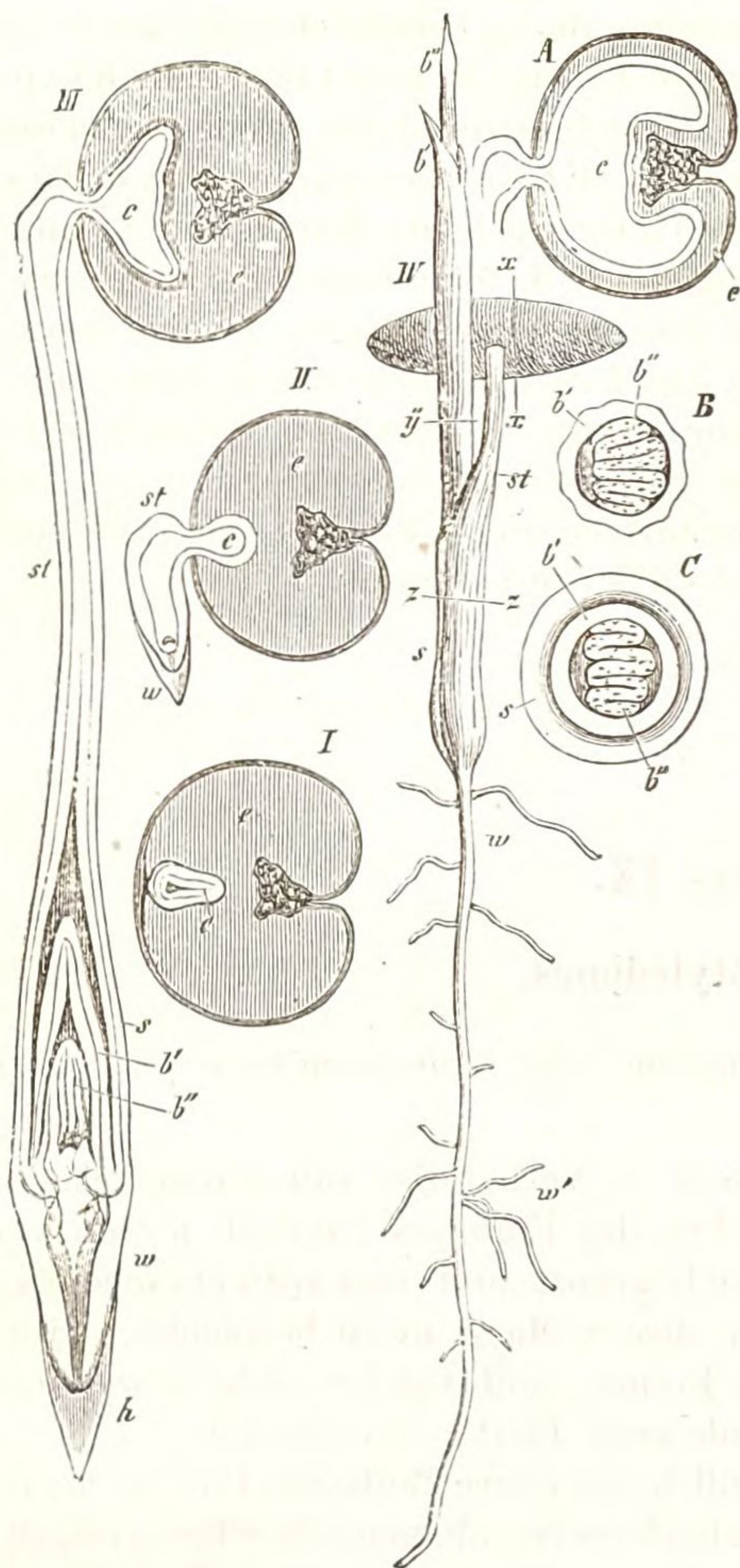


Fig. 164. Keimung der Dattel. I Querschnitt des ruhenden Samens, *c* Endosperm, *e* Embryo; II, III Keimung, Querschnitt des Samens (vergr.); *c* Endosperm, *e* Spitze des Cotyledons, *st* dessen Stiel, *s* dessen Scheide, *w* die Hauptwurzel, mit Haube *h*; *b'* *b''* die auf den Cotyledon folgenden Blätter. IV weiteres Stadium (nat. Gr.), *w'* Nebenwurzeln. A Querschnitt des Samens im Zustande IV bei *xx*; der Gipfel des Cotyledons hat den Raum des Endosperms eingenommen. B Querschnitt des Pflänzchens bei *xy*, C bei *zz* (nach Sachs).

da nun ein nachträgliches Dickenwachsthum nicht stattfindet, die späteren Stammtheile aber schon von vornherein kräftiger, dicker werden, so wird der Stamm umgekehrt kegelförmig; wenn die Pflanze eine gewisse Höhe

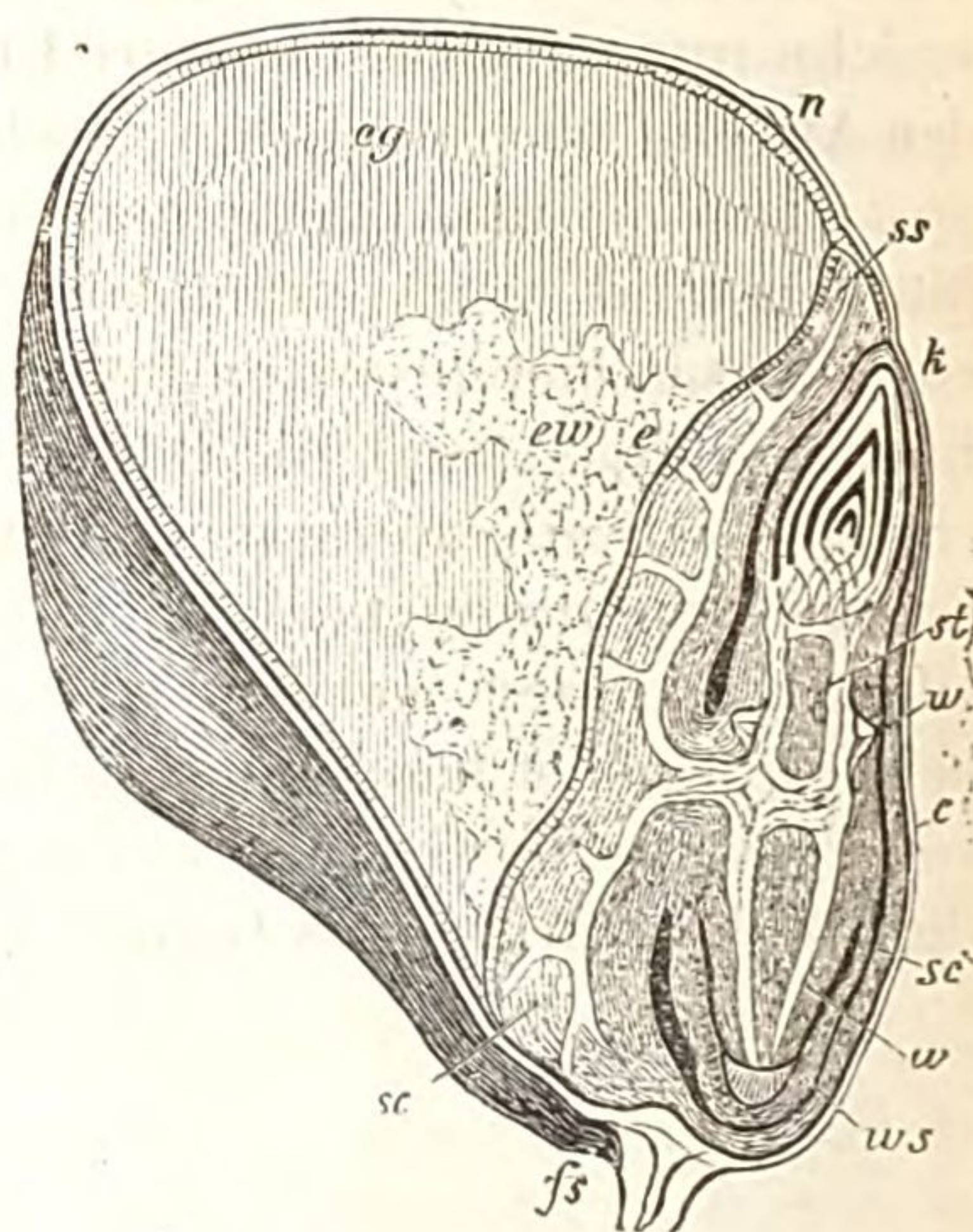


Fig. 165. Längsschnitt der Frucht (Caryopse) von *Zea mays* 6mal vergr. *c* Fruchtschale, *fs* Basis der Frucht, *eg* fester, *ew* weicher Theil des Endosperms. *sc* Scutellum (Cotyledon), *ss* dessen Spitze, *k* Knospe des Keimpflänzchens, *w* Wurzel, *ws* Wurzelscheide, *st* Stämmchen des Keims (nach Sachs).

Der Stamm der Monocotyledonen ist von zerstreuten, geschlossenen Fibrovasalsträngen durchzogen; er besitzt daher auch kein cambiales Dickenwachsthum. Nur bei wenigen Gattungen (*Yucca*, *Dracaena*) wächst er später in die Dicke, aber dadurch, dass aus den äußersten Schichten des Grundgewebes sich ein Meristem bildet, welches ausser neuem Grundgewebe auch neue geschlossene Fibrovasalstränge erzeugt.

Die Axe des Keimpflänzchens bleibt in vielen Fällen auch die Hauptaxe der Pflanze; sie ist anfangs zart und schwach;

erreicht hat, kann er dann cylindrisch weiter fortwachsen; deshalb findet man bei Palmen, beim Mais und anderen ähnlich gebauten aufrechten Stämmen am unteren Ende eine Verschmälerung. Sehr häufig geht aber die erste Axe der Pflanze bald zu Grunde, nachdem sie Seitenprosse erzeugt hat.

Die Blattstellung beginnt mit alternirenden Blättern; bei kräftiger Ausbildung des Stammes geht diese zweireihige Blattstellung nicht selten in complicirte Spiralstellungen über, so bei *Fritillaria*, bei den Palmen, wo sie sich in der Form der allseitig entwickelten Blattkrone geltend macht. Bei den Gräsern und einigen anderen Familien bleibt sie beständig zweireihig. Quirlige Blattstellung kommt in der Laubblattregion nur selten vor.

Die Blätter besitzen meist eine stark entwickelte Scheide, aber keine Nebenblätter. Die Spreite ist gewöhnlich ganzrandig, von einfachem Umriss, häufig lang und schmal, bandartig oder schwertförmig, seltener rundlich oder herz- bis pfeilförmig. Verzweigung des Blattes kommt nur bei mehreren Aroideen vor. Die fiederig oder fächerig getheilten Blätter der Palmen bekommen diese Form durch Zerreißung der ursprünglich ganzen Spreite, ähnlich wie auch die durchbohrten Blätter mancher Aroideen.

Die Nervatur der Blätter zeichnet sich dadurch aus, dass die schwächeren Nerven auf der Unterseite gewöhnlich nicht vorspringen. Bei bandförmigen und mit breiter Basis inserirten Blättern laufen die stärkeren Nerven fast parallel neben einander hin, bei breiteren (z. B. Maiglöckchen *Convallaria maialis*) beschreiben sie Bögen, die mit dem Rand ziemlich parallel sind; die schwächeren Nerven bilden gewöhnlich nur ganz kurze rechtwinkelig ansetzende Verbindungsstücke zwischen diesen stärkeren Nerven. Bei den Scitamineen und einigen anderen gehen vom Mittelnerv unter verschiedenen (bald sehr spitzen, bald sich mehr einem rechten nähernden) Winkeln zahlreiche unter sich parallele Seitennerven ab. Nur sehr selten sind netzaderige Blätter (Aroideen, *Paris quadrifolia*).

Die Blüthe der Monocotyledonen besteht typisch aus fünf alternirenden gleichzähligen Kreisen, zwei Perigon-, zwei Staubblatt- und einem Carpellkreis. Die typische Formel ist somit:

$$Kn \ Cn \ An \ + \ n \ Gn$$

wobei n in der grössten Anzahl der Fälle den Werth 3 hat, seltener 2, 4 oder 5. Seitliche Blüthen besitzen meist ein hintenstehendes Vorblatt; daher fällt ein Kelchblatt gerade nach vorne. Meist sind beide Perigonkreise corollinisch mit nur geringen Verschiedenheiten, bisweilen (*Juncaceen*) beide calicinisch; verhältnissmässig selten (*Commelynaceen*, *Polycarpicae*) der äussere rein calicinisch, der innere corollinisch.

Der Typus ist in der reinsten Gestalt repräsentirt durch die meisten Liliifloren, speciell die Liliaceen. Die nächste Abweichung ist das Fehlschlagen des inneren Staubfadenkreises bei den Irideen, sowie das Unterständigwerden des Fruchtknotens. Dieser letztere Charakter findet sich noch bei den Scitamineen und Gynandren, die sich ausserdem durch zygomorphe Ausbildung der Blüthe und weitgehende Reduction des Androeceums auszeichnen.

In einer anderen Reihe findet sich verschieden weitgehende Reduction der Blüthentheile innerhalb der Aroideen, sowie constante Reduction bei den Glumaceen und Typhaceen.

Einige Wasserpflanzen (die Polycarpicae) scheinen auf einer niedrigeren Entwicklungsstufe stehen geblieben zu sein, indem die Gliederzahl des Gynaeceums und theilweise auch des Androeceums noch nicht immer fixirt ist, sowie theilweise auch spiralige Anordnung herrscht. Andere einfach organisirte Wasserpflanzen lassen sich theils als reducirte Bildungen auffassen (Lemnaceen), theils scheinen sie einen besonderen Bildungstypus zu repräsentiren (Naiadeen, Potamogetoneen).

Die Monocotyledonen werden in folgender Weise classificirt:

I. Reihe. Helobiae. Wasserpflanzen mit spärlichem oder ganz fehlendem Endosperm, mit stark entwickelter hypocotylar Axe des Embryos; Zahlenverhältnisse der Blüthen meist vom Typus abweichend.

Ordnung 1. Fluviales.

- 2. Polycarpicae.

- 3. Hydrocharideae.

II. Reihe. Micranthae. Land- oder Sumpfpflanzen; die einzelnen Blüthen meist unscheinbar und klein, häufig ohne Perigon, aber bei genauerer Betrachtung auf den Typus zurückführbar. Blüthenstände reichblüthig.

Ordnung 4. Spadiciflorae.

- 5. Glumaceae.

- 6. Enantioblastae.

III. Reihe. Corolliflorae. Meist Landpflanzen mit zwei meist corollinischen Perigonkreisen, ebenfalls typischem Gynaeceum, aber öfters durch Abortus verringertem Androeceum.

Ordnung 7. Liliiflorae.

- 8. Scitamineae.

- 9. Gynandrae.

I. Reihe. Helobiae.

Ordnung 1. Fluviales.

Blüthen unvollständig, meist ohne Perigon, sehr einfach. Fruchtknoten einzeln oder mehrere getrennte, mit je einer grundständigen oder hängenden Samenknospe. Endosperm spärlich oder fehlend. — Wasserpflanzen.

Fam. 1. Lemnaceae. Stamm blattlos. Zwei männliche, nur aus je einem Staubfaden bestehende und eine weibliche nur von einem Fruchtknoten gebildete Blüthen finden sich, zu einem Blüthenstande zusammengestellt, in einer seitlichen Ausbuchtung des Stammes.

Lemna trisulca, polyrrhiza u. a., Wasserlinse, finden sich häufig in Teichen, Pfützen, auf der Oberfläche des Wassers schwimmend. Der blattlose, ziemlich flache, einem Thallus gleichende Stamm verzweigt sich zweizeilig (Fig. 166) und trägt unterseits in das Wasser herabhängende Wurzeln. Diese fehlen jedoch der *L. arrhiza*, welche auch keine Gefässe besitzt.

Fam. 2. Naiadeae. Stengel beblättert. Männliche und weibliche Blüthen mit schlauchförmiger Hülle.

Najas maior, minor u. a. sind untergetauchte, dünnstengelige verzweigte Pflanzen mit zweizeiligen gegenständigen buchtig gezähnten Blättern.

Fam. 3. Potamogetoneae. Stengel beblättert. Blütenbau verschieden, bei Potamogeton: $A 2 + 2 G \times 4$. Die vier Staubfäden tragen auf der Aussenseite verbreiterte Anhängsel, welche auch schon als Perigon gedeutet worden sind.

Potamogeton, Laichkraut, findet sich in zahlreichen Arten, deren Stengel entweder lauter untergetauchte Blätter von schmaler bandartiger (*P. pusillus* u. a.) oder breiter Gestalt (*P. densus*) trägt, oder auch einzelne breite, auf der Oberfläche des Wassers schwimmende Blätter (*P. natans* u. a.) besitzt. Die Blüten stehen in mehr oder weniger reichblüthigen Aehren, welche bei einigen völlig unter Wasser bleiben, bei anderen auf langen Stielen darüber emporgehoben werden. — *Zostera marina*, Seegrass, *Phucagrostis* u. a. leben im Meere.

Ordnung 2. Polycarpicae.

Blüthen fast immer mit Perigon; im Allgemeinen nach dem Monocotylentypus gebaut, jedoch mit Vermehrung im Androeceum und Gynaecium, polycarpisch. $Kn Cn An + n + \dots Gn + \dots$ Fruchtknoten oberständig. Same ohne Endosperm. — Sumpf- oder Wasserpflanzen.

Fam. 1. Juncagineae. $K 3 C 3 A 3 + 3 G 3 + 3$. Beide Perigonkreise kelchartig, unscheinbar. Der äussere Fruchtblattkreis schlägt hie und da fehl.

Triglochin palustre häufig in Sümpfen, an Ufern. Die Blüten stehen in einer langen lockeren Aehre ohne Deckblätter in spiraliger Anordnung. — *Scheuchzeria palustris*, seltener in Mohren, die Blüten stehen in der Achsel zweizeilig gestellter Deckblätter.

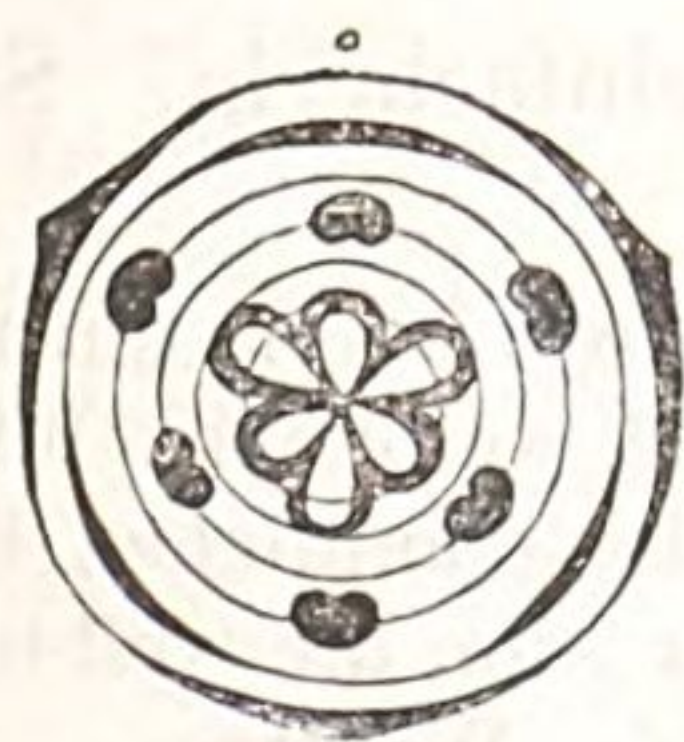


Fig. 167. Diagramm der Blüte von Triglochin.

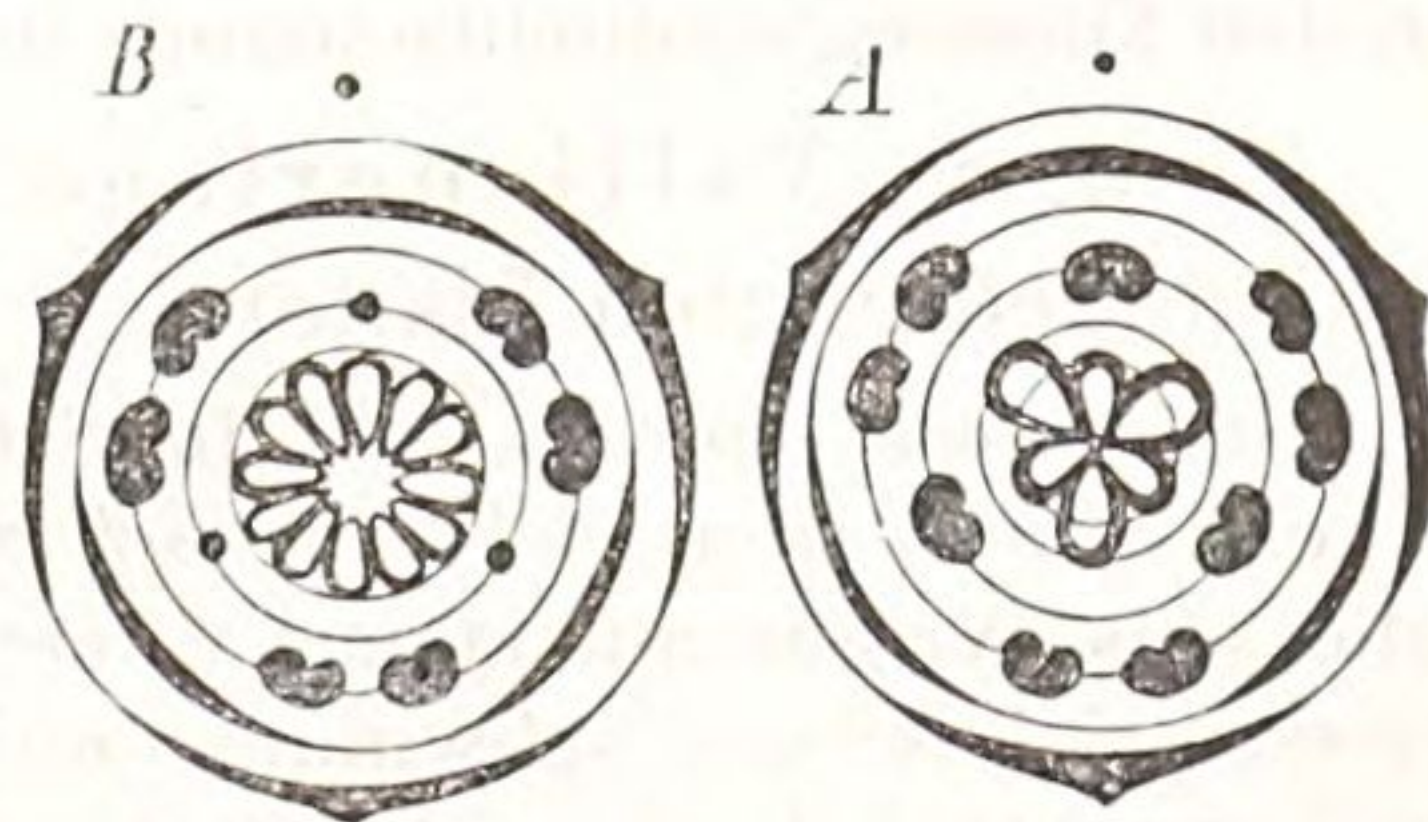


Fig. 168. Diagramme von Alismaceen, A Butomus, B Alisma.

Fam. 2. Alismaceae. $K 3 C 3 A 3^2 + 3$ oder $\infty G 3 + 3$ oder ∞ . Der äussere Perigonkreis kelchartig, oft an der Basis verwachsen, der innere corollinisch, weiss oder violett.

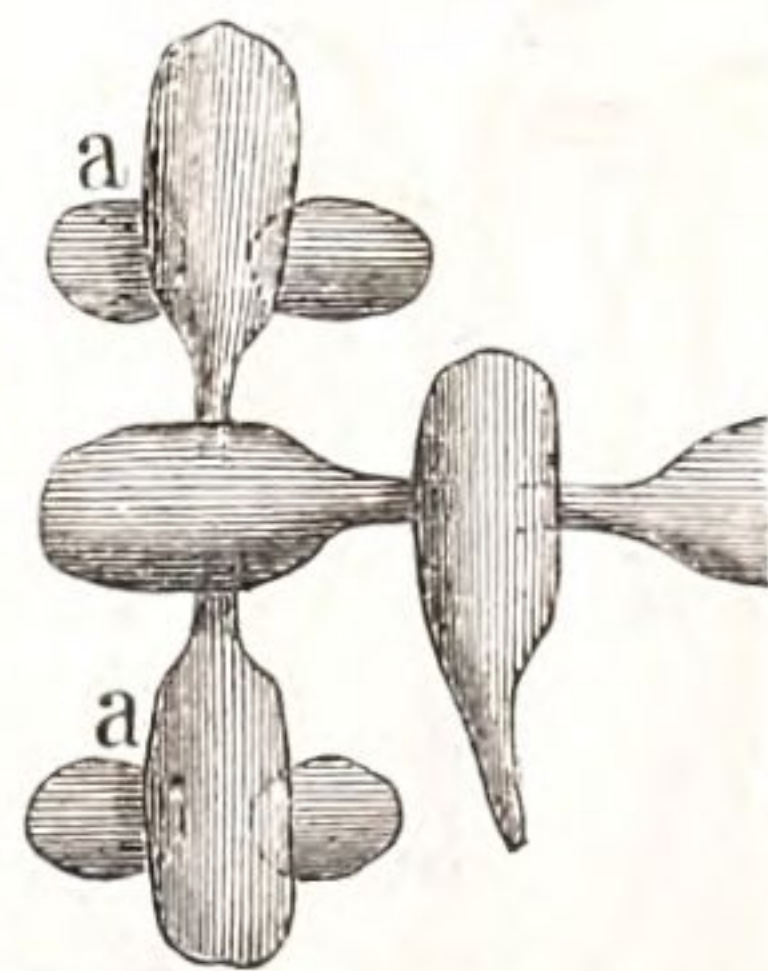


Fig. 166. Stück einer Pflanze von Lemna trisulca, von oben gesehen, bei a junge Seitensprosse nat. Gr.).

Butomus umbellatus (Fig. 168 A, 169); die Blüten von der Formel $K3 C3 A3^2 + 3 \overline{G^3 + 3}$ mit violetten Kronenblättern stehen in einer aus Schraubeln zusammengesetzten Dolde auf der Spitze meterhoher Stengel, die mit eben so langen Blättern aus dem unterirdischen Rhizom entspringen. Die Samenknospen zahlreich an der Innenfläche des Fruchtblatts (s. Fig. 148 C).

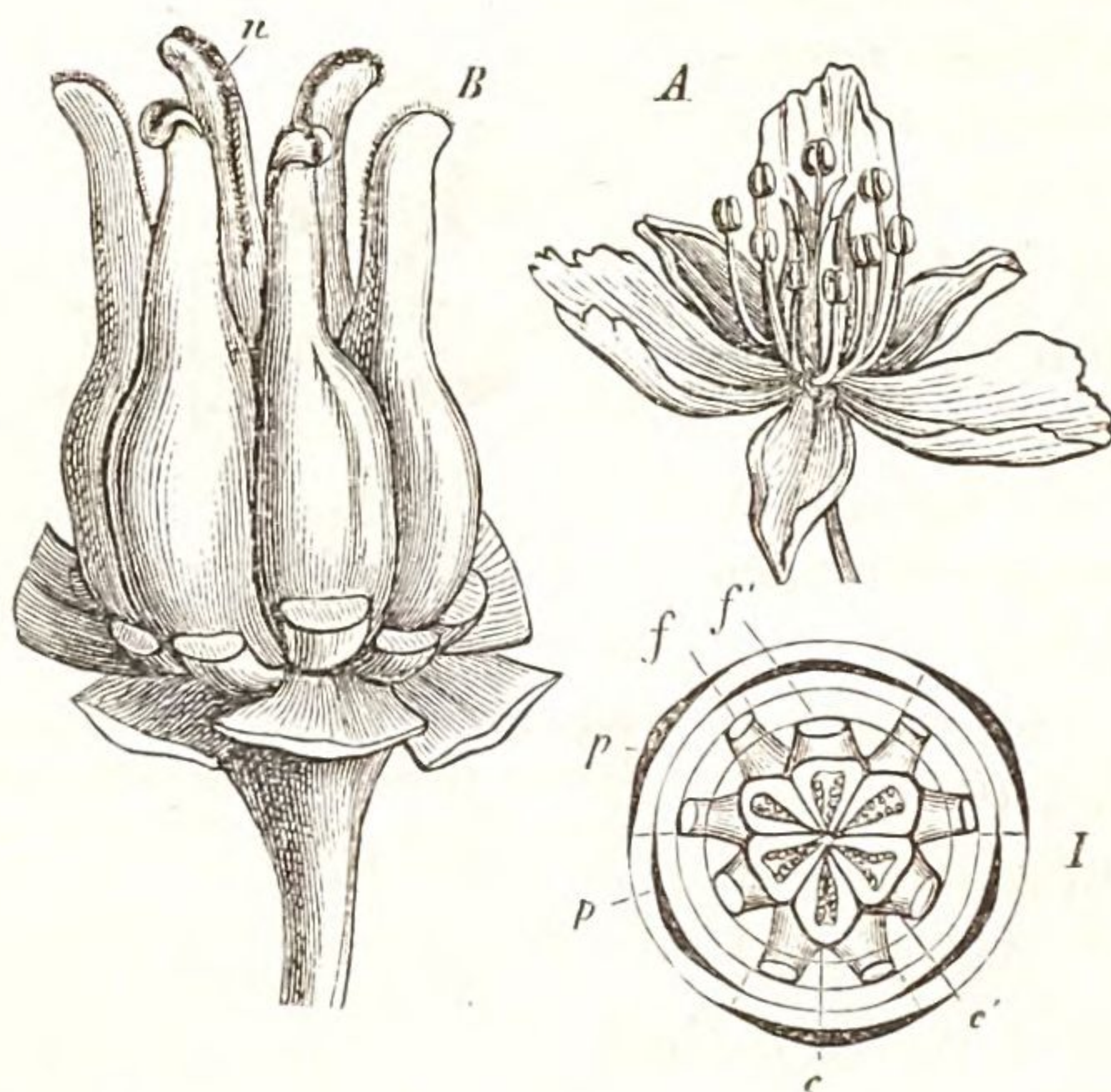


Fig. 169. *Butomus umbellatus*, A Blüthe (nat. Gr.), B Gynaeceum, *n* Narben (vergr.); I Diagramm, *pp* Perigon; *f* Staubfäden des äusseren Wirtels, verdoppelt; *f'* des inneren Wirtels; *c* äusserer, *c'* innerer Fruchtblattwirtel (nach Sachs).

Alisma Plantago, Froschlöffel (Fig. 168 B). $K3 C3 A3^2 + 0 \overline{G \infty}$; die zahlreichen monomeren einsamigen Fruchtknoten stehen dichtgedrängt auf dem verbreiterten Blütenboden. Die Hauptaxe des grossen Blütenstandes trägt quirlig gestellte Zweige, die sich schraubelähnlich weiter verzweigen. Gemein an nassen Orten.

Sagittaria sagittifolia, Pfeilkraut. $K3 C3, \sigma A \infty, \varphi G \infty$ monöcisch. Die Blüten stehen in dreizähligen Quirlen, die männlichen in den oberen, die weiblichen in den unteren. Die sehr zahlreichen, einsamigen Fruchtknoten auf einem fleischigen Köpfchen. Nur die Blütenstände und die pfeilförmigen Blattspreiten ragen über das Wasser empor.

weiblichen in den unteren. Die sehr zahlreichen, einsamigen Fruchtknoten auf einem fleischigen Köpfchen. Nur die Blütenstände und die pfeilförmigen Blattspreiten ragen über das Wasser empor.

Ordnung 3. Hydrocharideae.

Blüten mit Perigon, im Allgemeinen nach dem Monocotylientypus gebaut, jedoch mit Vermehrung im Androeceum und Gynaeceum, Fruchtknoten unterständig. $K3 C3 A3 + 3 + \dots \overline{G(3 + \dots)}$ Blüten meist diklinisch, indem die weiblichen Blüten statt der Staubfäden Staminodien tragen, die männlichen kein Gynaeceum, dafür aber vermehrte Kreise im Androeceum enthalten. Same ohne Endosperm. — Wasserpflanzen.

Fam. 1. Hydrilleae. Fruchtknoten einfächerig. Stamm gestreckt mit quirlig gestellten kleinen Blättern.

Elodea canadensis, Wasserpest, stammt ursprünglich aus Nordamerika, hat sich in den Flüssen Norddeutschlands in einer für die Schifffahrt lästigen Weise verbreitet.

Fam. 2. Vallisnerieae. Fruchtknoten einfächerig. Stamm kurz mit dichtgedrängten Blättern.

Vallisneria spiralis lebt in Seen und Gräben des wärmeren Europas untergetaucht. Die Blätter sind lang, schmal, bandförmig. Die weiblichen Blüten werden über das Wasser auf langen Stielen emporgehoben; die männlichen Blütenstände reissen sich los und schwimmen auf dem Wasser umher, um die weiblichen Blüten zu befruchten; die Frucht reift wieder auf dem Grunde des Wassers.

Fam. 3. Stratiotideae. Fruchtknoten sechs- oder mehrkammerig. Stamm kurz mit dichtgedrängten Blättern.

Stratiotes aloides mit starren schmalen Blättern. — *Hydrocharis Morsus ranae*, Froschbiss; diöcisch; das Pflänzchen trägt rundliche herzförmige Blätter und schwimmt auf dem Wasser.

II. Reihe. *Micranthae*.Ordnung 4. *Spadiciflorae*.

Die Blüthen sind klein und zahlreich; der Blütenstand ist ein Kolben (spadix) oder eine Rispe mit dicken Zweigen, gewöhnlich von einem mächtig entwickelten Hochblatt, der Scheide (spatha) umgeben. Die Bracteen der einzelnen Blüthen fehlen häufig. Das Perigon ist stets unscheinbar, niemals corollinisch, fehlt auch bisweilen völlig. Blüthen gewöhnlich diklinisch, aber meist beiderlei Geschlechter an demselben Blütenstand; Frucht immer oberständig. Same endospermreich mit geradem meist kleinem Embryo.

Fam. 1. *Aroideae*. Die Blüthen stehen stets ohne Deckblätter an einem Kolben, der fast immer von der Spatha umgeben wird. Bei einer Anzahl von Gattungen sind die Blüthen vollständig ausgebildet und nach dem allgemeinen Monocotylientypus gebaut: $Kn\ Cn\ An + n\ G^{(n)}$, wobei $n = 3, 2$ oder 5 sein kann, so z. B. bei *Acorus* Fig. 170, dessen Blüthe genau dem Monocotylientypus entspricht.

Bei anderen Gattungen jedoch sind die Blüthen in verschieden hohem Grade reducirt, indem nicht bloss das Perigon schwindet, sondern auch die Anzahl der Staubfäden und Fruchtblätter verringert wird. Den extremsten Fall stellen dann die diklinischen Blüthen dar, welche nur (die männlichen) aus je einem Staubfaden, beziehungsweise (die weiblichen) aus einem monomeren Fruchtknoten bestehen. Diese reducirten Blüthen sind in bestimmter Weise am Kolben angeordnet, so finden sich z. B. bei *Arum* (Fig. 171) an der Basis des Kolbens zahlreiche weibliche, aus je einem Fruchtknoten bestehende Blüthen (Fig. 171 *f*), höher oben männliche Blüthen (Fig. 171 *a*) dichtgedrängt, von denen jeder nur wenige Staubfäden angehören. Der obere Theil des Kolbens wird von völlig verkümmerten Blüthen (*b, c*) eingenommen. Wo, wie hier, das Perigon vollständig fehlt, könnte der Schein entstehen, als stelle der ganze Kolben eine einzelne Blüthe vor; allein abgesehen von den zahlreich existirenden vermittelnden Formen ist eine solche Auffassung unmöglich wegen der stets unter den Staubfäden stehenden Fruchtknoten, welche in einer Einzelblüthe oberhalb der Staubfäden stehen müssten.

Die Unterabtheilung der *Pistia*ceen endlich, wohin *Pistia Stratiotes*, eine tropische Wasserpflanze gehört, zeichnet sich dadurch aus, dass auch

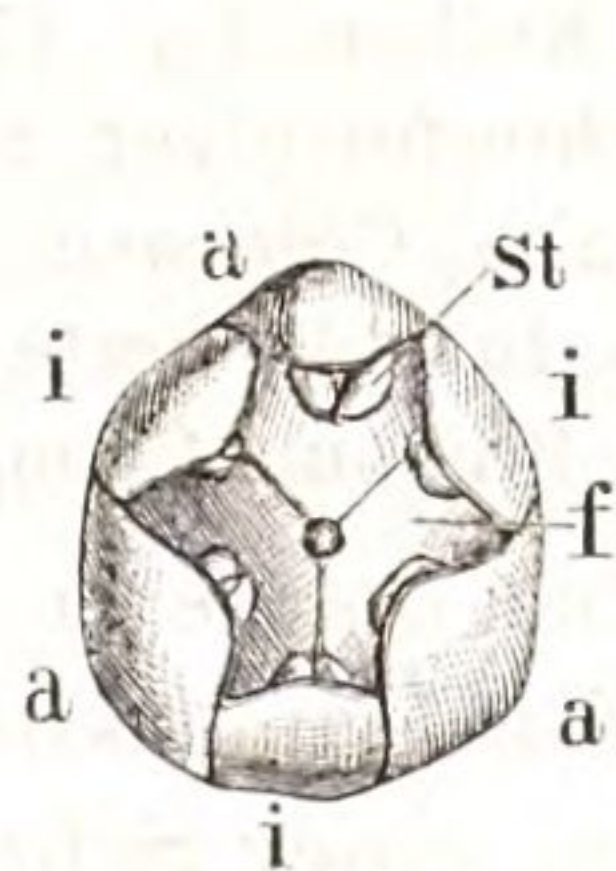


Fig. 170. Blüthe von *Acorus Calamus* (vergr.). *a* äusseres, *i* inneres Perigon, *st* Staubfäden, *f* Fruchtknoten.

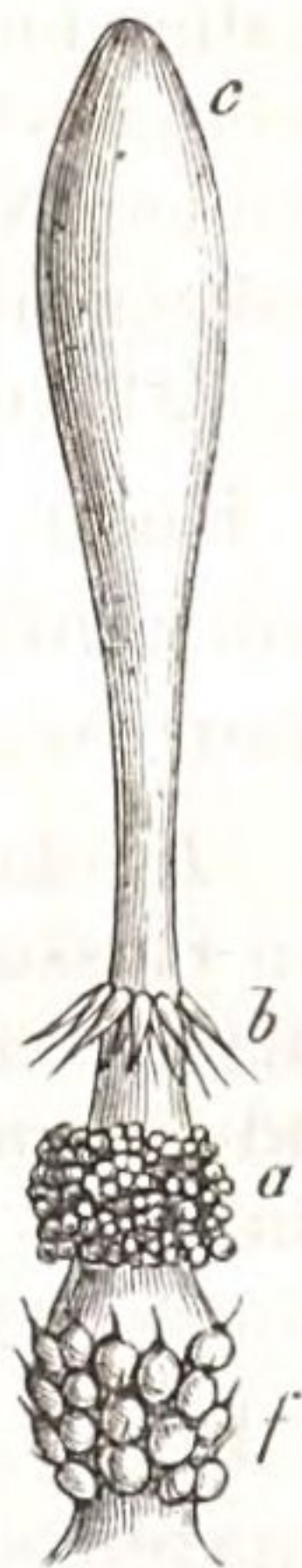


Fig. 171. Kolben von *Arum maculatum* (nat. Gr.). *f* weibliche, *a* männliche, *b* rudimentäre Blüthen, *c* oberstes keuliges Ende des Kolbens.

die Anzahl der Blüthen am Kolben auf zwei, eine weibliche aus einem Carpell bestehende und eine männliche reducirt und der Kolben mit der Scheide verwachsen ist. Es ist höchst wahrscheinlich, dass auch die oben erwähnten Lemnaceen als äusserst vereinfachte Form dieser Familie anzureihen sind.

Die Frucht ist meistens eine Beere.

Die Stämme sind entweder unterirdisch, Knollen, Rhizome, oder oberirdisch; die letzteren klettern gewöhnlich an Bäumen u. dgl. mit Hülfe mächtiger Luftwurzeln. Die Blätter stehen entweder alternirend zweizeilig oder meistens spiralig nach der Divergenz $\frac{2}{5}$. Sie sind nur selten schmal, band- oder schwertförmig, zumeist in Scheide, Stiel und Spreite gegliedert, welche letztere netzaderige Nervatur besitzt und sich nicht selten in mehr oder minder complicirter Weise verzweigt.

Acorus Calamus, Kalmus, ursprünglich aus Asien stammend, aber jetzt bei uns an Gewässern ziemlich verbreitet; das unterirdische Rhizom trägt lange schwertförmige Blätter und dreikantige Stengel mit endständigem Kolben, der aber durch die schmale schwertförmige, in die Verlängerung des Stengels aufgerichtete Spatha zur Seite gedrängt ist: der Kolben ist dicht mit den vollständigen Blüthen (Fig. 170) besetzt. — *Arum maculatum* in Wäldern stellenweise häufig; die mächtige hellgrüne Spatha hüllt den Kolben (Fig. 171) fast vollständig ein. — *Richardia aethiopica* mit weisser schief trichterförmiger Spatha, wird überall in Zimmern cultivirt unter den falschen Namen Calla, Colocasia. — Die Arten von *Philodendron* mit kletterndem Stamm besitzen bisweilen durchlöchernte Blätter.

Officinell: Rhizoma Calami von *Acorus Calamus*.

Fam. 2. Pandaneae. Blüthen diöcisch, die weiblichen aus je einem einfächerigen Fruchtknoten bestehend, sitzen dichtgedrängt auf dem Kolben, welcher zu einer Scheinfrucht wird:

Pandanus utilis und andere Arten bilden in den Tropen Gestrüppe, besonders an den Flussufern. Die aufrechten später sich verzweigenden holzigen Stämme sind durch zahlreiche starke Wurzeln, die über der Bodenoberfläche entspringen befestigt, und tragen Blattkronen von grossen schmalen bandförmigen Blättern, deren Rand häufig mit stacheligen Zähnen besetzt ist. Die festen Fibrovasalstränge werden zu Gespinnsten verwendet.

Fam. 3. Palmae. Die Blüthen diöcisch oder monöcisch, nur selten hermaphrodit oder polygam, im Allgemeinen nach dem Typus gebaut: $K3\ C3\ A3 + 3\ G(3)$ seltener sind weniger oder mehr Staubfäden vorhanden; die Fruchtblätter (selten nur zwei oder eins) bilden bald einzelne monomere, bald einen polymeren ein- bis dreifächerigen Fruchtknoten. Perigon unscheinbar. Die Blüthen sitzen mit oder ohne Deckblätter am Kolben oder der dicken Axe des ährigen oder rispigen Blütenstandes (Fig. 172).

Der Wuchs ist ziemlich verschieden. Meist stehen die Blätter dichtgedrängt eine reiche Krone am Gipfel des hohen oder niedrig bleibenden Stammes bildend, welcher noch eine Strecke weit abwärts von den vertrockneten Resten der älteren Blätter eingehüllt wird. Es gibt aber auch Formen (*Calamus*, deren Stämme kriechen oder klettern und die Blätter sehr entfernt gestellt tragen. Die Spreite der Blätter zerreisst während der Entfaltung entweder handförmig (fächerförmig) oder fiederförmig.

Die Palmen bewohnen vorzugsweise die Tropenregionen, besonders die Molukken, Brasilien, das Orinocogebiet.

Phoenix dactylifera, Dattelpalme, aus Asien und Africa stammend, mit fiederig zertheilten Blättern; von den drei Fruchtknoten bildet sich immer nur einer zur Frucht, der Dattel aus; der sog. Kern derselben besteht von der dünnen Samenschale umgeben, der Hauptmasse nach aus dem Endosperm. — *Cocos nucifera*, Cocospalme, erfährt bekanntlich eine äusserst mannigfaltige Anwendung. Die Frucht, die Cocosnuss ist eine riesige Steinfrucht, deren Mesocarp von zahlreichen Fibrovasalsträngen durchzogen ist, welche vielfach zu Gespinnsten verwendet werden. Innerhalb der steinharten Schale des sog. Kerns, dem Endocarp, liegt ein einziger sehr grosser Same. Das Endosperm besteht bei voller Fruchtreife aus einer nur wenige Millimeter dicken, der Schale anliegenden Gewebeschicht; der übrige Raum ist mit Zellsaft ausgefüllt (Cocosmilch). Der kleine Embryo liegt im festen Endosperm an der Stelle, wo sich im Endocarp ein Loch befindet. — *Sagus Rumphii*, auf den Molukken, liefert Sago, der aus dem Stärkemehl des Stammes besteht. — *Elaeis guineensis*, Oelpalme in Westafrika: das Fleisch der pflaumenähnlichen Frucht liefert das Palmenöl. — Die Stämme von *Calamus*-Arten liefern das sog. spanische Rohr. — Von *Phytelephas macrocarpa* in Südamerika wird das mächtige, harte Endosperm, dessen Zellwände stark verdickt sind, als sog. vegetabilisches Elfenbein verwendet. — *Chamaerops humilis*, Fächerpalme, welche schon in Südeuropa und Nordafrika als niedrige Pflanze vorkommt, *Livistona australis* mit schön fächerförmig zertheilten Blättern werden häufig cultivirt.

Officinell: Resina oder Sanguis Draconis, der erhärtete Saft von *Daemonorops Draco* in Ostindien.

Fam. 4. *Cyclanthaceae*. Pflanzen mit palmenähnlichem Wuchse in Süd- und Centralamerika; die Blüten stehen in regelmässige Kreise geordnet am Kolben.

Die Blätter von *Carludovica palmata* werden zur Anfertigung von Geweben, z. B. der Panamahüte verwendet.

Fam. 5. *Typhaceae*. Blüten diklinisch, Perigon durch Schüppchen oder Haare angedeutet, Staubfäden drei. Fruchtknoten monomer mit einer Samenknospe. Blütenstand ohne Spatha, kolben- oder kugelförmig, die Blüten nach den Geschlechtern getrennt.

Bei *Sparganium* sind die Blütenstände kugelförmige Aehren, welche zweizeilig seitlich und terminal am oberen Theil des Stengels sitzen. Die unteren Kugeln tragen nur weibliche, die oberen nur männliche Blüten. Perigon aus Schüppchen bestehend. Sp. simplex, ramosum u. a. nicht selten in Gräben.

Typha, Rohrkolben, trägt die Blüten in einem langen Kolben am Gipfel des Stengels; am oberen dünneren Theile sitzen die männlichen Blüten unmittelbar an der Hauptaxe, am unteren mächtigeren die weiblichen theils an der Hauptaxe, theils an kurzen Seitenzweiglein derselben. Perigon durch lange Haare vertreten. — T. angustifolia und latifolia häufig, in Sümpfen.

Ordnung 5. *Glumaceae*.

Die Blüten stehen in Aehren oder Rispen, meist von schuppenartigen Hochblättern umschlossen, auf den Typus $K3\ C3\ A3 + 3\ G3$ zurückführbar.

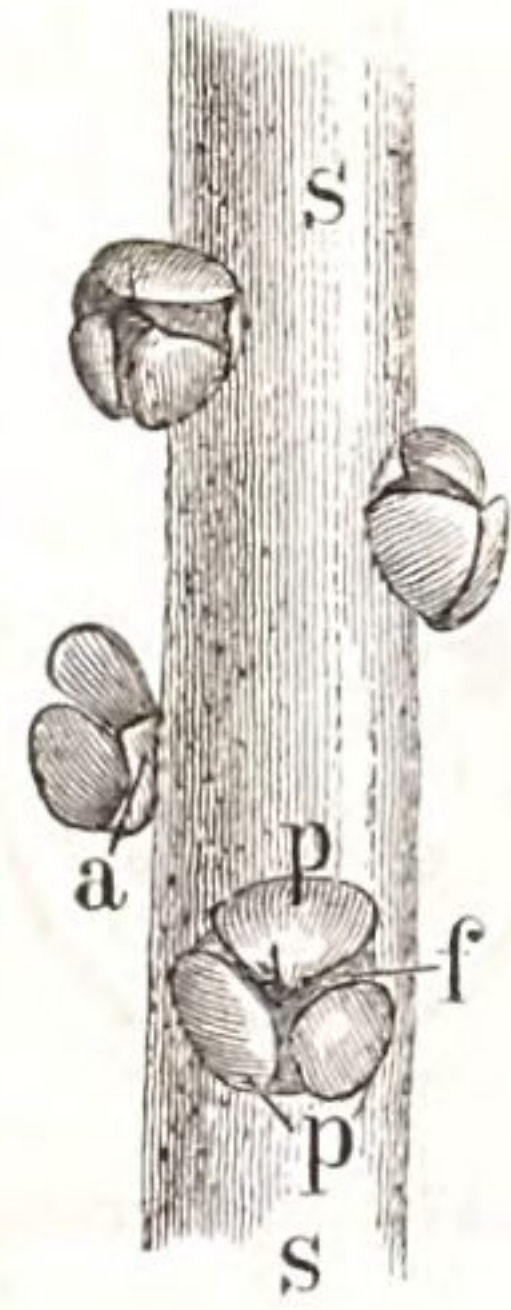


Fig. 172. Stück aus der weiblichen Blütenrispe von *Chamaedorea*; s die dicke Axe; a äusseres, p inneres Perigon, f Fruchtknoten (3mal vergr.).

Perigon fehlt oder verkümmert. Androeceum und Gynaeceum häufig mit verringerter Gliederzahl. Samen mit reichlichem mehligem Endosperm. — Gräser und Halbgräser.

Fam. 4. Gramineae, ächte Gräser. Blätter am Stengel, dem sog. Halm, zweizeilig. Embryo neben dem Endosperm. Blüten (Fig. 173)

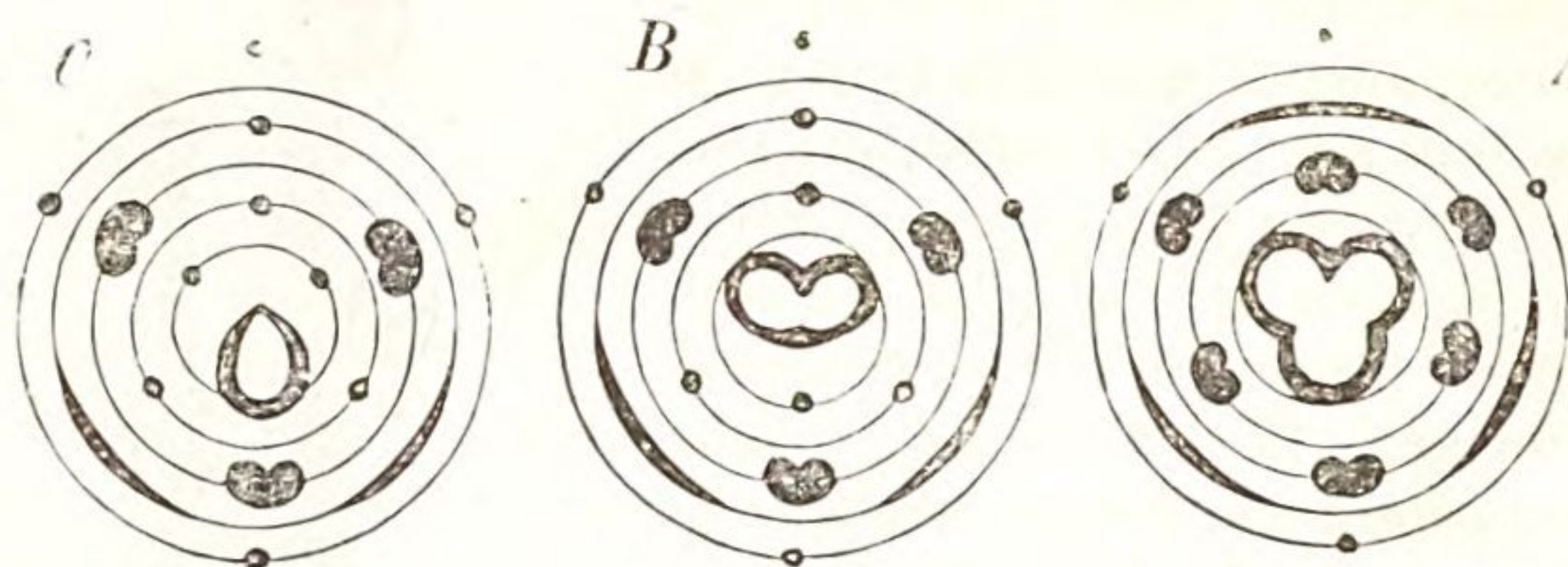


Fig. 173. Diagramme von Grasblüthen; A von Bambusa, B der meisten Gramineen, C von Nardus.

meist von der Formel $K0 C2 A3 + 0 G(2)$, eingeschlossen von den Hochblättern, den Spelzen und zu complicirten Blütenständen angeordnet; die Kronblätter haben die Gestalt kleiner Schüppchen; der einfächerige Fruchtknoten

enthält nur eine Samenknospe; das sogenannte Korn ist die Frucht, eine Caryopse, mit der bisweilen noch die beiden Spelzen verwachsen sind (z. B. Gerste, Hafer).

Eine solche Blüthe sitzt in der Achsel eines Deckblattes, der Deckspelze, *palea inferior* (Fig. 174 $b_1, b_2 \dots$) und hat noch ein Vorblatt unter dem Perigon, die Vorspelze, *palea superior* (Fig. 174 ps);

diese beiden Spelzen, *paleae* (auch Bälglein genannt), schliessen die Blüthe vollständig ein. Solche von den Spelzen umschlossene Grasblüthen sind meist zu zweien oder mehreren an einer Axe ($\propto$ Fig. 174) zusammengeordnet, und bilden das sog. Gräsährchen, *spicula*, welches gewöhnlich unterhalb der ersten Blüthe noch zwei unfruchtbare, d. h. in ihren Achseln kleine Blüten tragende Spelzen, die sogenannten Klappen oder Hüllspelzen, *glumae* (auch Balg genannt, Fig. 174 g) besitzt. Ein Gräsährchen besteht also aus einer Axe mit zweireihig angeordneten Spelzen, von denen die beiden untersten unfruchtbar sind, die folgenden aber in ihrer Achsel je eine Blüthe tragen, unter welcher sich noch ein der Blütenaxe selbst angehörendes Vorblatt findet. Die

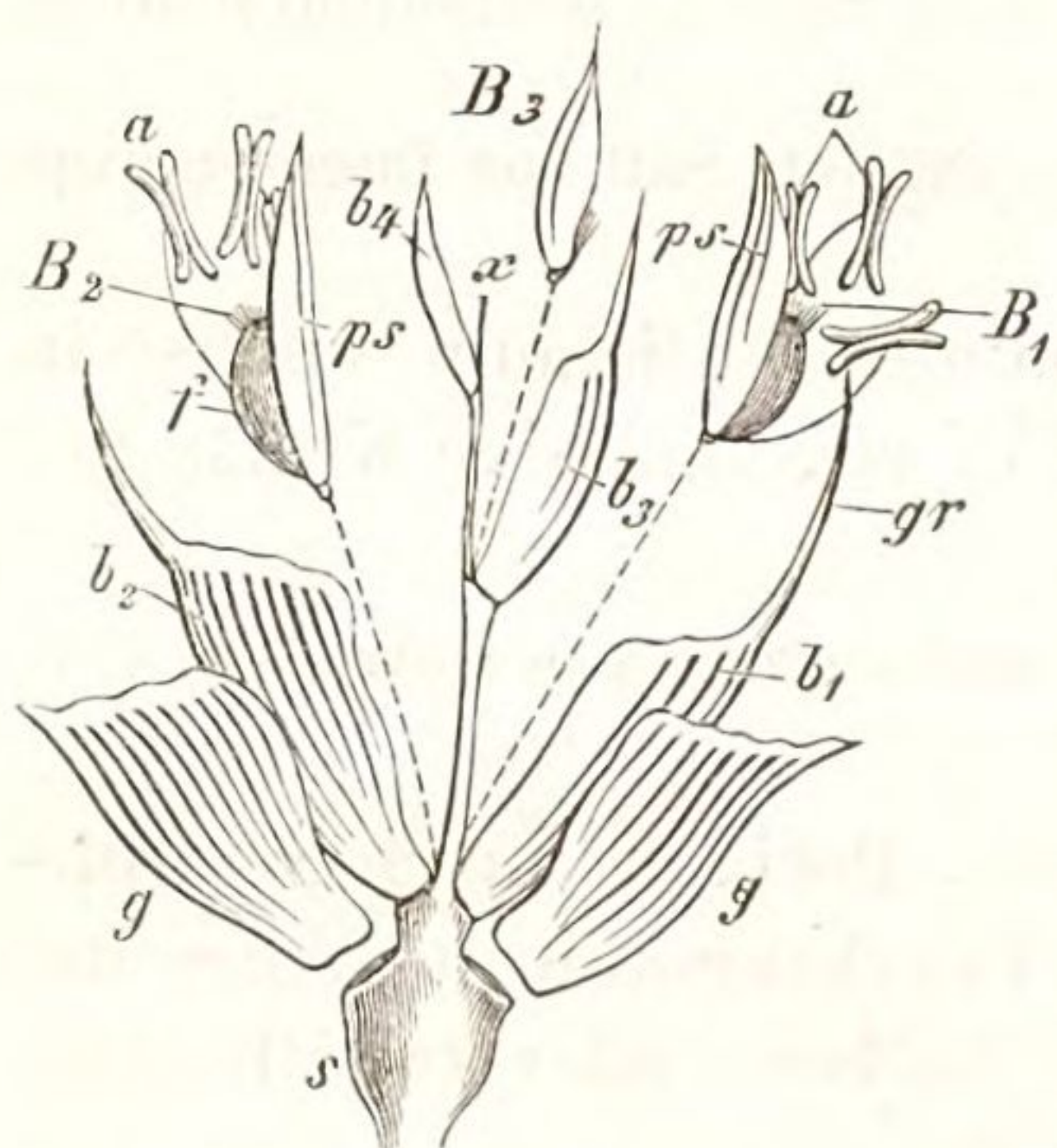


Fig. 174. Aehrchen des Weizens zergliedert (vergr.) x Axe des Aehrchens, g Glumae, $b_1, b_2 \dots$ die Deckblätter der Blüten, *paleae inferiores* mit Granne gr ; $B_1, B_2 \dots$ die Blüten, in Richtung der punctirten Linien aus der Achsel der Deckblätter herausgezogen; ps deren Vorblätter, *paleae superiores*, a Antheren, f Fruchtknoten.

Deckspelzen tragen häufig, bald an ihrer Spitze, bald auf ihrem Mittelnerv einen borstenartigen Fortsatz, die Granne (*arista*) (Fig. 174 gr).

Die Zahl der Blüten in einem Aehrchen ist nach den Gattungen verschieden; häufig ist nur die unterste nebst Rudimenten der oberen vorhanden; ist dagegen nur eine der oberen Blüten entwickelt, somit die

unteren Deckspelzen ohne Blüten in ihren Achseln, so werden diese unteren blüthellosen Deckspelzen noch als Hüllspelzen betrachtet, die somit in grösserer Anzahl als zwei vorhanden sind. Die Aehrchen selbst sind bei einer Anzahl von Gattungen (z. B. Roggen, Weizen Fig. 175 B) in zwei Reihen an einer Hauptspindel sitzend, oder in diese eingesenkt: der Blütenstand kann dann als Grasähre bezeichnet werden; bei den meisten übrigen Gattungen aber trägt die Hauptaxe des Blütenstandes verschieden lange, dünne, oft sich wiederum reich verzweigende Seitenäste, an deren Enden die Aehrchen stehen; so bildet sich die Grasrispe (z. B. Hafer Fig. 175 A). Dieselbe ist entweder locker ausgebreitet mit gestreckten Ästen (Fig. 175 A) oder aber dicht zusammengezogen mit verkürzten Zweigen z. B. *Alopecurus*.

Der Stengel ist gewöhnlich hoch, die langen Internodien innen hohl; die Scheiden der Blätter sind sehr mächtig entwickelt und hüllen oft noch mehrere der oberen Internodien ein. An der Grenze von Scheide und Spreite findet sich eine häutige Ligula (s. oben S. 8 Fig. 8 A).

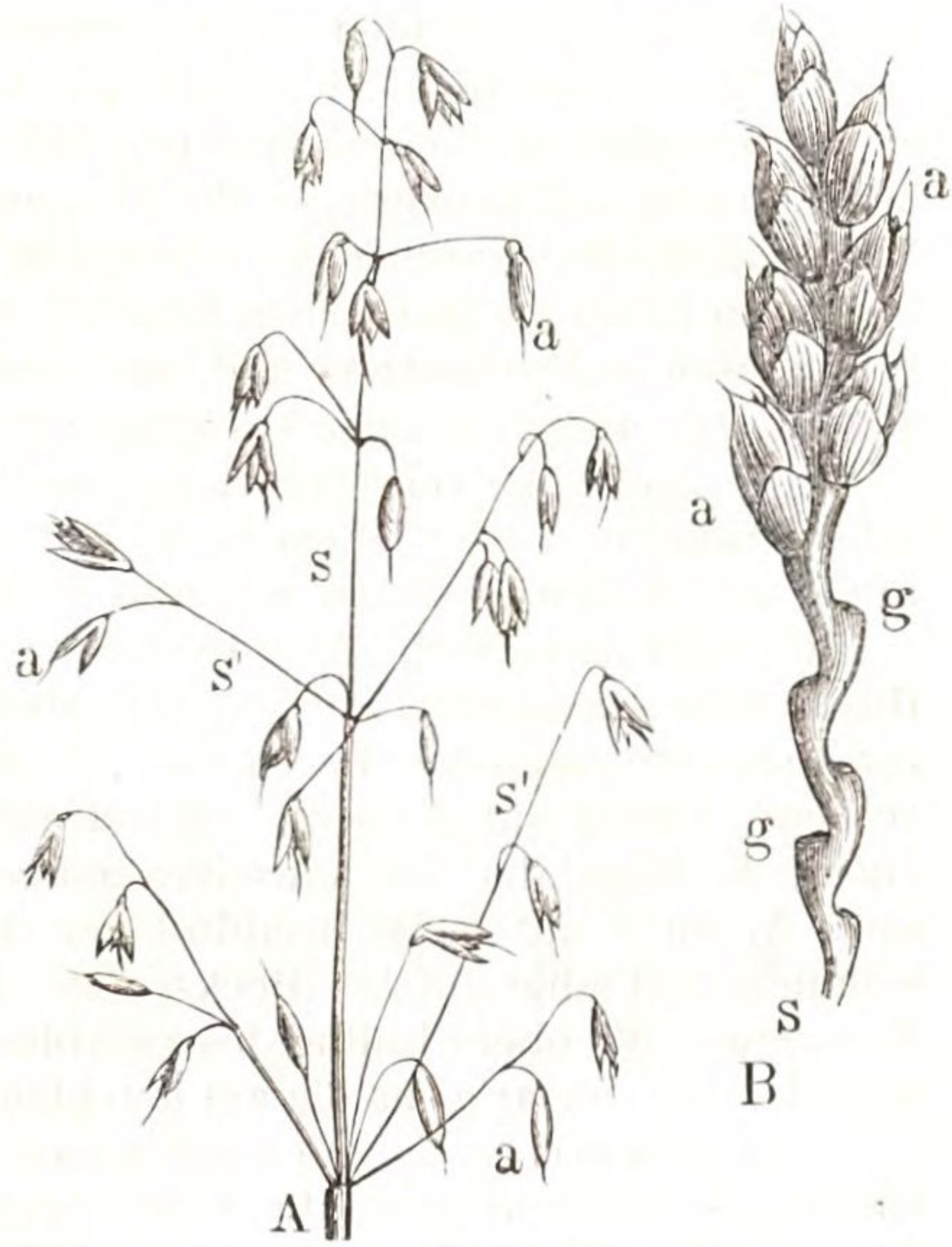


Fig. 175. A Grasrispe des Hafers *Avena sativa*, s Hauptaxe; s' Seitenäste, a Aehrchen ($\frac{1}{3}$ der nat. Gr.). B Grasähre des Weizens, s Spindel, g die Ausschnitte derselben, in welchen die Aehrchen a sitzen; diese sind am unteren Theile entfernt (nat. Gr.).

Die Gräser werden in folgender Weise eingetheilt:

I. Gruppe. **Panicoideae**. Mehr als zwei Hüllspelzen, d. h. die unteren Deckspelzen ohne Blüten.

Unterfamilie 1. **Oryzeae**. Vier Hüllspelzen, oft nur durch Borsten angedeutet: *Oryza sativa*, Reis, aus Ostindien, in nassen Gegenden Südeuropas angebaut.

Unterfamilie 2. **Phalarideae**. Vier Hüllspelzen, wovon das innere Paar kleiner: *Phalaris arundinacea* an Ufern häufig, in Gärten eine Varietät mit weissgestreiften Blättern cultivirt. — *Anthoxanthum odoratum*, Ruchgras, mit nur zwei Staubfäden, ährenförmiger Rispe, auf Wiesen gemein, verursacht den angenehmen Geruch des Heus.

Unterfamilie 3. **Andropogoneae**. Drei Hüllspelzen, wovon die unterste die grösste: *Zea* Mais, Mais, in wärmeren Gegenden gebaut; die Blüten sind einhäusig; die männlichen in lockerer Rispe an der Spitze des Halms, die weiblichen seitlich unten am Halm zu einem dicken, von scheidigen Blättern umhüllten Kolben angeordnet. — *Saccharum officinarum*, Zuckerrohr, in Ostindien einheimisch.

Unterfamilie 4. **Paniccae**. Drei Hüllspelzen, wovon die unterste die kleinste: *Panicum* in mehreren Arten, besonders auf Ackerland, die Aehrchen in fingerig oder traubig zusammengestellten Ähren.

II. Gruppe. **Poaeoideae**. Nur zwei Hüllspelzen; bei einblüthigen Aehrchen sind die oberen Blüten verkümmert.

Unterfamilie 5. Chlorideae. Die Aehrchen einblüthig, zweizeilig in fingerig zusammengestellten Aehren: *Cynodon Dactylon*, an wüsten Plätzen stellenweise häufig.

Unterfamilie 6. Stipeae. Aehrchen einblüthig, stielrund oder vom Rücken zusammengedrückt, in Rispen: *Stipa pennata* mit sehr langer federig behaarter Granne. — *Milium effusum* ohne Granne, in Wäldern häufig.

Unterfamilie 7. Agrostideae. Aehrchen einblüthig, von der Seite zusammengedrückt, in verschiedener Anordnung:

a) in lockeren Rispen: *Agrostis* mit kahler oder nur kurz behaarter Axe des Aehrchens, *A. vulgaris*, *stolonifera* häufig auf Wiesen, in Gebüsch, *A. Spica venti*, Windhalm, häufig auf Aeckern. — Bei *Calamagrostis* (in mehreren Arten an Flussufern, in Wäldern) ist die Aehrchenaxe mit langen Haaren besetzt.

b) in zusammengezogenen Rispen: *Alopecurus* Fuchsschwanzgras mit am Grunde verwachsenen Hüllspelzen und nur rudimentärer Vorspelze. — *Phleum* mit freien Hüllspelzen und deutlicher Vorspelze, beide häufig auf Wiesen.

c) in einfacher Aehre sitzend: *Nardus stricta*, Borstengras; die Hüllspelzen sind sehr verkümmert oder fehlen ganz; nur eine Narbe; die Halme und Blätter sind sehr rauh; auf Moorwiesen und magerem Boden nicht selten.

Unterfamilie 8. Avenaceae. Aehrchen mehr- (meist zwei-) blüthig; die Hüllspelzen (wenigstens eine) so lang als das ganze Aehrchen: *Avena*, Hafer mit lockerer Rispe, zweizähliger Deckspelze, in mehreren Arten: *A. elatior*, *pubescens*, *flavescens*, häufig auf Wiesen. Als Getreide werden gebaut: *A. sativa* mit allseitswendiger, *A. orientalis* mit einseitswendiger Rispe, *A. strigosa* mit behaarter Aehrenaxe, *A. nuda* mit meist dreiblüthigen Aehrchen. — *Aira caespitosa* und *flexuosa*, Schmieie mit abgestutzter Deckspelze, häufig auf Wiesen, in Wäldern. — *Holcus*, Honiggras, die obere Blüthe des zweiblüthigen Aehrchens meist männlich; die Blattscheiden weichhaarig, häufig auf feuchten Wiesen.

Unterfamilie 9. Arundineae. Aehrchen mehrblüthig, die Hüllspelzen kürzer als das Aehrchen, die Aehrchenaxe mit seidenartigen Haaren besetzt: *Phragmites communis*, Schilf, an Ufern gemein. — *Molinia coerulea* mit sehr langem, größtentheils aus nur einem Internodium bestehendem Halm, in Wäldern häufig.

Unterfamilie 10. Festucaceae. Aehrchen meist mehrblüthig, die Hüllspelzen kürzer als die unterste Deckspelze: *Melica* Perlgras, mit bisweilen einblüthigen Aehrchen und längeren Hüllspelzen, in Wäldern häufig. — *Briza*, Zittergras, mit seitlich zusammengedrückten, an der Basis herzförmigen Aehrchen, auf Wiesen gemein. — *Köleria cristata* mit zusammengezogener Rispe, auf trockenen Wiesen häufig. — *Dactylis glomerata*, Knäuelgras, mit zusammengezogener aber in einzelne länger gestielte Abschnitte getheilte Rispe, gemein auf Wiesen. — *Poa pratensis*, *trivialis* u. a. auf Wiesen gemein, Aehrchen seitlich stark zusammengedrückt, die Spelzen mit scharfem Kiel, *P. annua*, gemein an Wegen. — *Festuca elatior* u. a., Schwingel, gemein auf Wiesen. — *Bromus*, Trespe, in mehreren Arten, gemein in Feldern (*B. secatinus*), auf Wiesen (*B. mollis* u. a.), an Wegen (*B. sterilis*, *tectorum*). — *Brachypodium* mit sehr kurz gestielten Aehrchen in einfacher Aehre, häufig auf Wald- und Haidewiesen.

Unterfamilie 11. Hordeaceae. Die Aehrchen sitzen in Einsenkungen der Spindel in einer sog. Aehre. — Bei *Lolium*, Lolch (*L. perenne* überall gemein) stehen die Aehrchen mit ihrem Rücken (d. h. mit der Mittellinie der einen Spelzenreihe) gegen die Hauptspindel, die dieser zugewendete Hüllspelze meist verkümmert. Bei allen anderen Gattungen wenden die Aehrchen ihre Seite der Hauptspindel zu. — *Secale cereale*, Roggen mit zweiblüthigen Aehrchen, schmalen pfriemlichen Hüllspelzen. — *Triticum*, Weizen, mit drei- bis mehrblüthigen Aehrchen, eiförmigen Hüllspelzen; *T. repens*, Quecke, überall gemein, wegen des weitkriechenden Rhizoms ein lästiges Unkraut in Gärten. Cultivirt werden: *T. vulgare*, gemeiner Weizen mit langen Hüllspelzen, deren Rücken gerundet, und *T. turgidum*, englischer Weizen, mit gekielten kürzeren Hüllspelzen, diese beiden mit zäher Aehrenspindel und leicht aus den Spelzen fallender Frucht; ferner mit zerbrechlicher Aehrenspindel und von den

Spelzen fest umschlossener Frucht: *T. Spelta*, Spelz oder Dinkel mit fast vierkantiger Aehre; *T. dicoccum*, Emmer mit zusammengedrückter Aehre. Alle Arten variieren mit langer und sehr kurzer Granne. — *Hordeum*, Gerste, drei einblüthige Aehrchen sitzen gemeinsam in einer Einsenkung der Spindel. *H. murinum*, Mäusegerste, niedrig, gemein an Wegen, Mauern. Cultivirt werden besonders: *H. vulgare* und *H. hexastichum* mit lauter fruchtbaren Aehrchen, bei letzterer gleichmässig abstehend, daher sechszeilig, bei ersterer die mittleren anliegend, die seitlichen abstehend, daher »vierzeilig«; ferner *H. distichum*, zweizeilige Gerste, deren seitliche Aehrchen männlich sind, daher die Früchte nur in zwei Zeilen. Die Frucht ist meist mit den Spelzen verwachsen.

Officinell: *Rhizoma Graminis*, die unterirdischen weitkriechenden Ausläufer der Quecke *Triticum repens*.

Fam. 2. *Cyperaceae*, Halbgräser. Blätter in drei Reihen am Stengel. Embryo im Endosperm eingeschlossen.

a) Bei den *Scirpeen* stehen die hermaphroditen Blüthen in der Achsel von spiralig oder zweizeilig gestellten Deckblättern, ohne Vorblätter, und bilden ein Aehrchen. Diese Aehrchen stehen oft zu anderen Inflorescenzen, als Aehren, Rispen, Dol-den, Köpfchen zusammengeordnet; die Blüthe entspricht dem Typus: $K3\ C3\ A3 + 0$ oder $3\ G(3)$. Die Perigonblätter sind borstenförmig (Fig. 176), bei *Eriophorum* durch zahlreiche Haare ersetzt, oder fehlen. Meist ist nur der äussere Staubfadenkreis allein entwickelt.

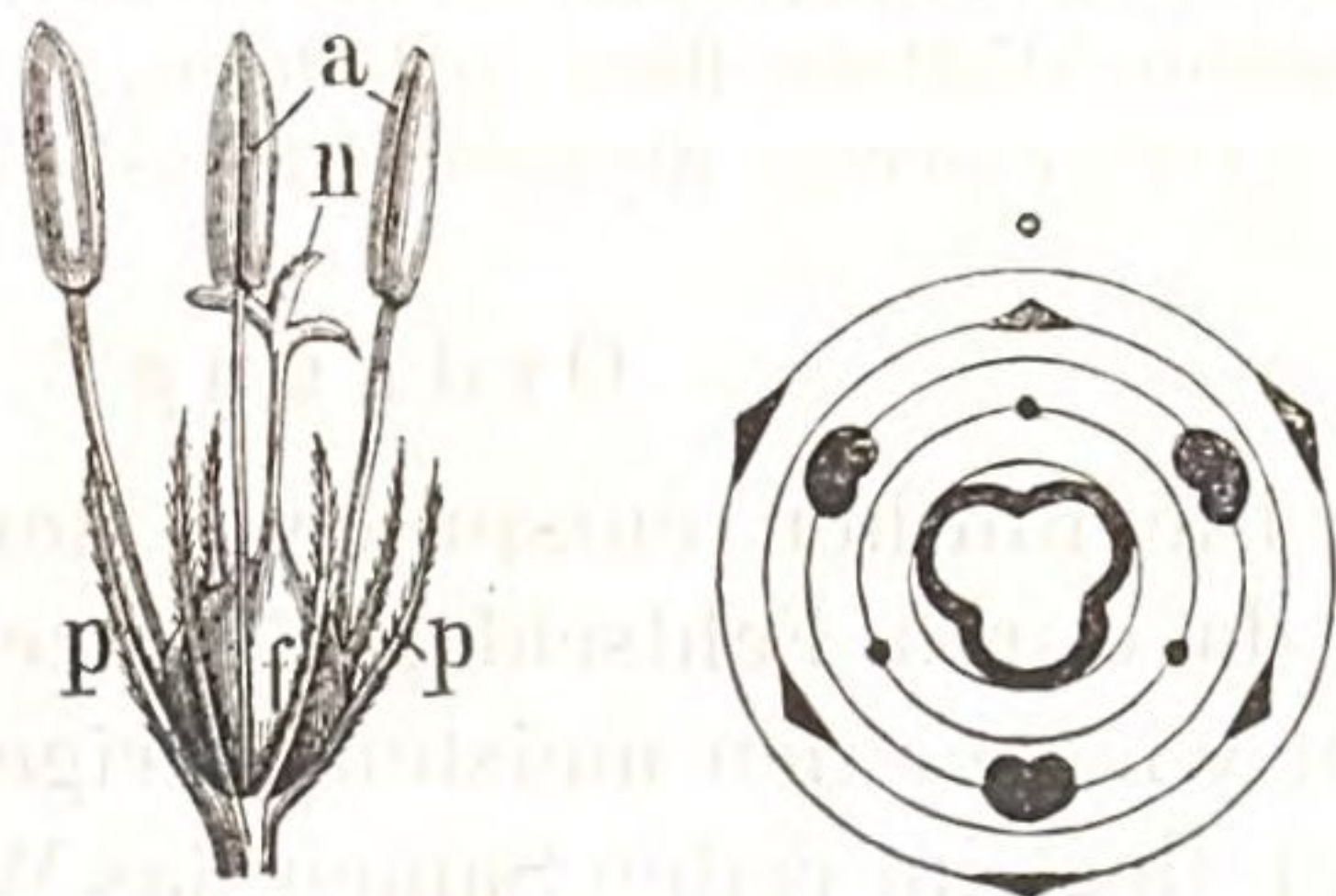


Fig. 176. Blüthe von *Scirpus* (vergr.), *p* das borstenförmige Perigon, *a* die 3 Staubfäden, *f* Fruchtknoten. *B* Diagramm.

Scirpus, Binse mit borstenförmigem Perigon; die Aehrchen stehen bei einigen Arten einzeln endständig (z. B. *S. caespitosus*), bei anderen sind ausser diesem endständigen noch seitliche Aehrchen auf kürzeren (z. B. *S. lacustris*) oder längeren Stielen (*S. silvaticus*) vorhanden. — *Eriophorum latifolium*, *angustifolium* u. a. Wollgras, häufig auf Mooren; die Haare des Perigons entwickeln sich erst nach der Blüthezeit zu bedeutender Länge. — *Cyperus* (mit zweizeiligen Deckblättern) *fuscus* gemein an feuchten Orten; *Cyperus Papyrus* in Aegypten diente im Alterthum zur Bereitung des Papiers.

b) Die *Cariceen* besitzen diklinische Blüthen mit der Besonderheit, dass die männlichen und weiblichen Blüthenstände in ihrem Baue nicht übereinstimmen. Die männlichen Blüthen $K0\ C0\ A3 + 0\ G0$ stehen in der Achsel von Deckblättern (Fig. 177 *B* und *D*) in einer einfachen Aehre. Die weiblichen Blüthen jedoch $K0\ C0\ A0 + 0\ G(3)$ oder (2) stehen nicht unmittelbar in der Achsel der Deckblätter der Aehre (*b* in Fig. 177

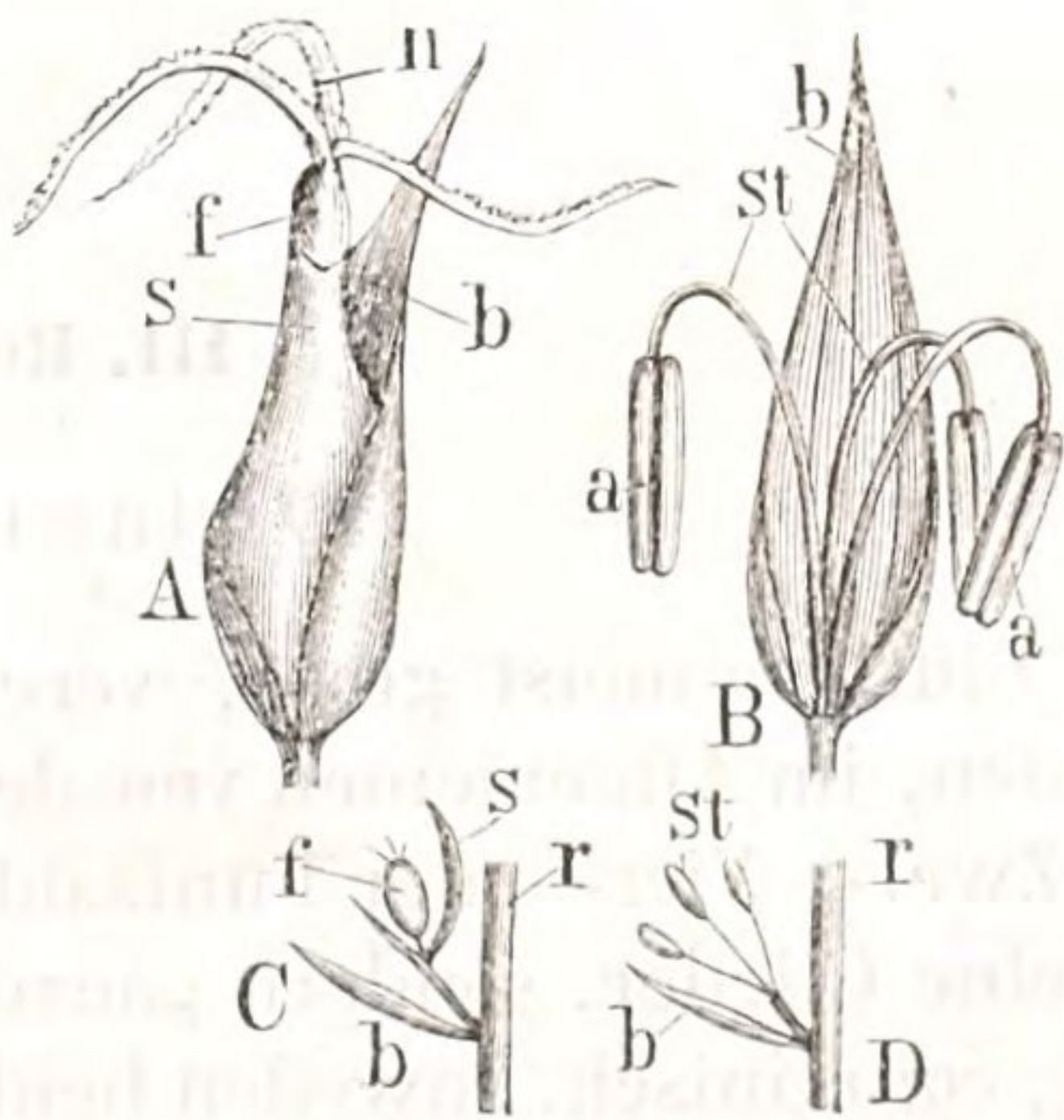


Fig. 177. Blüthen von *Carex*, vergr., *A* weibliche Blüthe mit Deckblatt *b*, Vorblatt (Schlauch) *s*, Fruchtknoten *f* und Narben *n*. *B* männliche Blüthe mit Deckblatt *b*, drei Staubfäden *st* mit Antheren *a*. *C* Schematischer Aufriss der weiblichen, *D* der männlichen Blüthe, *r* Axe der Aehre, *b* Deckblatt, *s* Vorblatt.

A und C), sondern aus dieser Achsel entspringt ein kurzes Zweiglein, welches ein einziges Vorblatt trägt (s in Fig. 177); erst in der Achsel dieses Vorblattes steht die aus einem tri-, seltener dimeren Fruchtknoten bestehende weibliche Blüthe. Das Vorblatt (s in Fig. 177 A und C) vergrössert sich stark und umhüllt die Frucht als sog. Schlauch, utriculus.

Die Gattung *Carex*, Riedgras, enthält zahlreiche Arten, welche meist an feuchten Orten wachsen, starre oft schneidende Blätter tragen und gewöhnlich als saure Gräser bezeichnet werden. Nur wenige sind diöcisch; bei den meisten finden sich männliche und weibliche Blütenstände auf dem nämlichen Stengel. Bei einer grossen Hauptabtheilung sind die beiden Geschlechter an derselben Aehre vereinigt, welche entweder am Grunde männlich und an der Spitze weiblich ist, oder umgekehrt. Dabei trägt der Stengel bald (z. B. *C. pulicaris*, *pauciflora*) nur eine einzige endständige solche Aehre, oder an seinem oberen Ende mehrere solcher Aehren zu Köpfchen (*C. cyperoides*) oder Rispen (*C. arenaria*, *brizoides* diese als »Seegras« gesammelt und verwendet, *muricata*) zusammengestellt. Bei der zweiten grossen Hauptabtheilung dagegen ist in jeder Aehre nur ein Geschlecht vertreten; es steht dann fast immer die männliche Aehre terminal am Stengel, die weiblichen seitlich (z. B. *C. acuta*, *glauca*, *praecox*, *digitata*, *flava*, *paludosa*).

Officinell: Rhizoma Caricis, das kriechende Rhizom von *Carex arenaria*.

Ordnung 6. Enantioblastae.

Die Blüten entsprechen der Formel $K3\ C3\ A3 + 3\ G3$, weichen hier und da durch Fehlschlagen einzelner Glieder ab; die Samenknospen sind nicht wie bei den meisten übrigen Monocotylen anatrop, sondern gerade, daher liegt im reifen Samen das Wurzelende des Keimlings der Anheftungsstelle des Samens gegenüber (vgl. Fig. 130).

Die Restiaceen, Eriocauloneen und Centrolepideen von grasähnlichem Wuchs mit diklinischen Blüten, in den Tropen und Südafrika. — Die Xyriideen und Commelynaceen ebenfalls tropisch, mit corollinischer Krone, aus der letzteren Familie werden Arten von *Commelina* und *Tradescantia* als Zierpflanzen cultivirt.

III. Reihe. Corolliflorae.

Ordnung 7. Liliiflorae.

Blüten meist gross, vereinzelt oder in verschiedenartigen Blütenständen, im Allgemeinen von der Formel $K3\ C3\ A3 + 3\ G(3)$, seltener nach der Zwei-, Vier- oder Fünzfahl. Das Fehlschlagen trifft gewöhnlich nicht einzelne Glieder, sondern ganze Kreise. Perigonkreise meist beide gleichartig, corollinisch, zuweilen beide calicinisch, selten der äussere calicinisch, der innere corollinisch. Fruchtknoten ober- oder unterständig, trimer meist dreifächerig. Embryo vom Endosperm umschlossen.

A. Fruchtknoten oberständig.

Fam. 4. Juncaceae. $K3\ C3\ A3 + 3\ G(3)$. Pflanzen von grasähnlichem Wuchs, von den vorigen Familien durch das vollzählige Perigon und

Androeceum und die anatropen Samenknospen verschieden, von den folgenden durch die trockene spelzenähnliche Beschaffenheit des Perigons. Blätter bandartig oder röhrig, Blütenstand eine Spirre, d. h. die unteren Aeste länger als die oberen.

Die Arten von *Luzula* (mit einfächerigem, dreisamigem Fruchtknoten), multiflora, pilosa, campestris, albida, nicht selten in Wäldern, auf Haiden. — *Juncus* (mit dreifächerigem, mehrsamigem Fruchtknoten) häufig Binse genannt, *J. glaucus* und *effusus* mit röhrigem Stengel und Blättern terminalem Blütenstand, der aber von einem röhrigen Hochblatt zur Seite gedrängt wird, dieses erscheint als Fortsetzung des Stengels; gemein an feuchten Plätzen, *J. bufonius*, an Wegrändern.

Fam. 2. Liliaceae. $K3\ C3\ A3 + 3\ G(3)$. Beide Perigonkreise corollinisch. Fruchtknoten oberständig, Blüten nicht zygomorph.

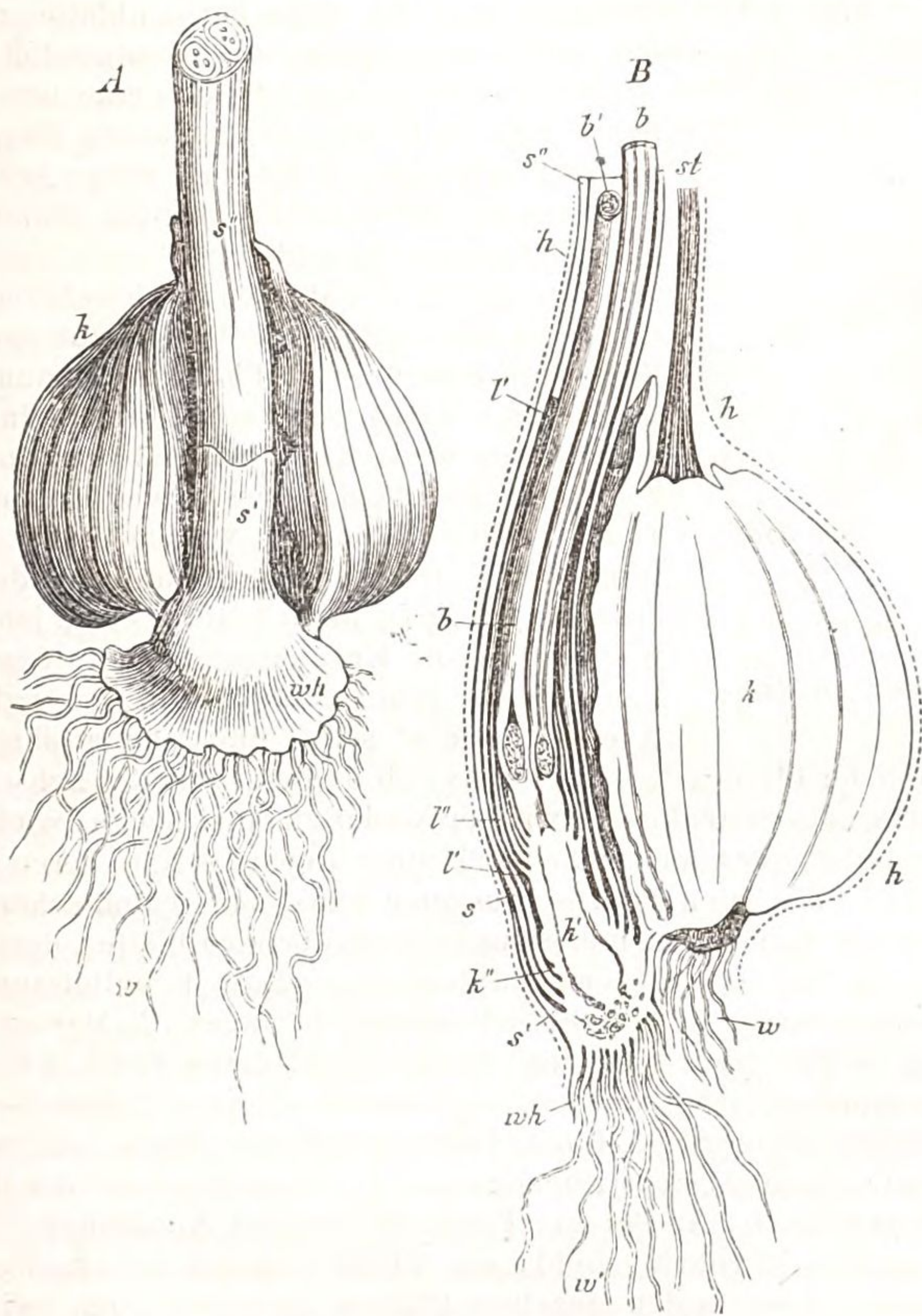


Fig. 178. *Colchicum autumnale*, unterirdische Theile einer blühenden Pflanze: A von vorn aus gesehen B im Längsschnitt (nat. Gr.), *h* eine braune Haut, welche alle Theile umhüllt, *st* der vorjährige unterirdische Stengel, *k* dessen Basalportion, die mit Reservestoffen gefüllte Knolle, *wh* deren Basis mit Wurzeln *w*; ein Seitenspross aus der Basis der Knolle *k* ist die blühende Pflanze, *b, b'* deren Blüten (die Perigonröhre, *l, l', l''*, deren Laubblätter, *s, s'* deren Scheidenblätter, *k'* deren mittleres Stück, das im nächsten Jahr zur Knolle wird, mit einer Knospe *k''* der Knolle des übernächsten Jahres (nach Sachs).

Unterfamilie 1. Melanthaceae mit septicider Kapsel.

Toffeldia caliculata mit grasähnlichen bodenständigen Blättern, die gelblichen Blüten in einer Aehre an der Spitze des Schaftes, nicht selten auf mageren Plätzen

besonders in Gebirgsgegenden. — *Veratrum album* und *nigrum*, mit breiteiförmigen Blättern. — *Colchicum autumnale* Herbstzeitlose; der Stengel ist im Herbst während der Blüthezeit unterirdisch; er ist zu dieser Zeit kurz, dünn (Fig. 178 *k'*), sitzt neben einer älteren Knolle (*k*) und trägt ausser einigen noch wenig entwickelten Blättern (*l'*, *l''*) eine oder zwei Blüthen (*b*, *b'*); auch deren Fruchtknoten sind unterirdisch, die sechs Perigonblätter sind zu einer viele Centimeter langen Röhre verwachsen, welche weit über den Fruchtknoten hinaus bis über die Bodenoberfläche emporwächst und in dem rosenfarbigen sechstheiligen Saum endigt; die Staubfäden entspringen im obersten Theile der Röhre. Im Frühjahr schwillt der unterirdische Stengel an seiner Basis (*k'*) knollig an und wächst empor, so dass die sich entwickelnden Blätter (*l'*, *l''*) und die Kapsel über die Erde kommen; an seiner Basis wächst ein Seitenspross (*k''*) hervor, der im Herbst Blüthen erzeugt und sich dann ebenso verhält, wie der eben geschilderte.

Unterfamilie 2. Liliaceae mit loculicider Kapsel.

Bei einer Anzahl von Gattungen sind die sechs Perigonblätter zu einer gemeinschaftlichen Röhre verwachsen, die in sechs mehr oder weniger tief eingeschnittene Zähne endigt (Fig. 179); *Hyacinthus orientalis*, deren Stamm eine unterirdische Zwiebel (s. Fig. 14 *B*) ist, eine bekannte Zierpflanze. — *Aloe* mit dicken fleischigen Blättern; einige Arten wie *A. socotrina* haben einen starken holzigen Stamm, der strauch- oder fast baumartig wird.

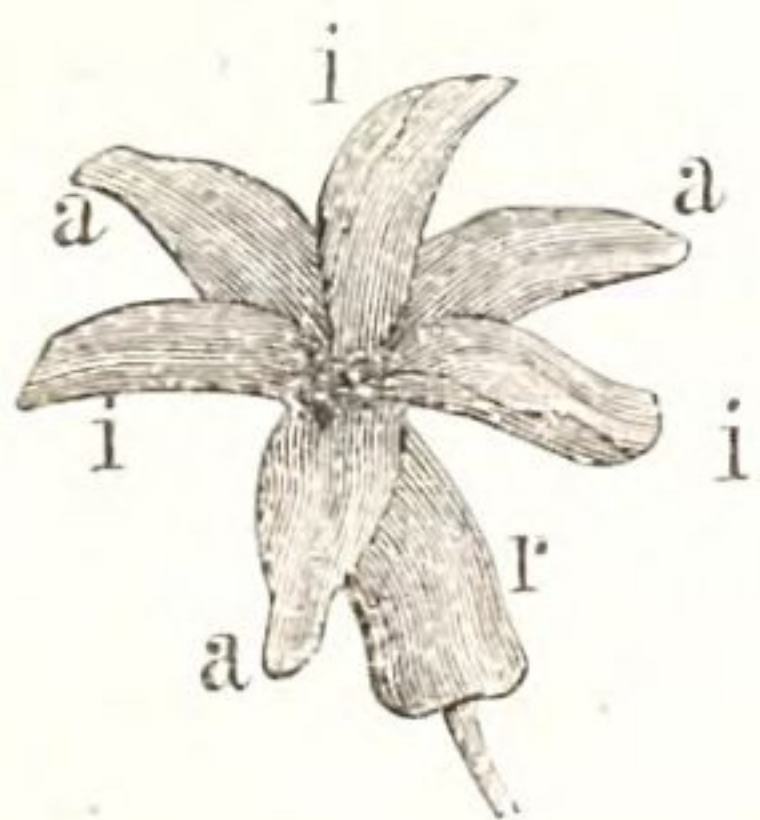


Fig. 179. Blüthe der Hyacinthe, *aaa* die drei äusseren, *iii* die drei inneren Perigonblätter, an der Basis zu einer gemeinschaftlichen Röhre *r* verwachsen (nat. Gr.).

Auch unter den übrigen, zahlreicheren Gattungen, deren Perigonblätter getrennt oder nur ganz kurz an der Basis verwachsen sind, finden sich baumartige Formen, so z. B. die Arten von *Yucca*, welche in Centralamerika einheimisch sind. Die übrigen haben unterirdische Rhizome oder Zwiebeln. Diese Zwiebeln sind (s. § 5 u. Fig. 14 *B*) verkürzte Stämme, welche dicht von Niederblättern, den Zwiebelschalen, umhüllt werden, und so lange sie noch jung und nicht kräftig sind, jährlich nur Laubblätter über die Erde emporsenden; wenn sie jedoch im Laufe einiger Jahre erstarkt sind, so verlängert sich die Axe der Zwiebel selbst und trägt an ihrem oberen Ende

Blüthen. Nach der Blüthezeit stirbt die Axe ab und eine aus der Achsel eines Zwiebelblattes entspringende Seitenknospe wird entweder zu einer neuen Zwiebel, die erst wieder erstarken muss, oder sofort zu einer blüthentragenden Axe, deren unterste Niederblätter neue Zwiebelschalen sind. — *Phormium tenax*, neuseeländischer Flachs; auf den starken Rhizomen stehen etwa meterlange schwertförmige Blätter, deren starke Bastfasern Verwendung finden. — *Lilium candidum* weisse Lilie, *L. bulbiferum* Feuerlilie (deren obere Laubblätter in ihren Achseln Brutknospen tragen), *L. Martagon* Türkenbund, mit Zwiebeln. — *Fritillaria imperialis* Kaiserkrone, deren Blüthen noch vom beblätterten Stengelgipfel überragt werden. — *Tulipa Gesneriana* Tulpe. — *Scilla maritima* mit oberirdischer Zwiebel. — *Allium* Lauch; mehrere Arten werden zum Küchengebrauche cultivirt, so *A. Cepa* Küchenzwiebel, *A. ascalonicum* Schalotte, *A. Schoenoprasum* Schnittlauch, *A. Porrum* Porri, *A. sativum* Knoblauch. Die Blätter der *Allium*-arten sind meist röhrig, hohl; die Blüthen stehen in kugeligen Köpfen oder Dolden, welche zwischen den einzelnen Blüthen bisweilen auch zwiebelartige Brutknospen tragen.

Unterfamilie 3. Asparageae. Die Frucht ist eine Beere.

Dracaena Draco, Drachenblutbaum, mit kräftigem in die Dicke wachsendem Stamm, auf den canarischen Inseln. — *Asparagus officinalis*, Spargel; die jungen Sprosse, die von den unterirdischen Rhizomen entspringen, werden gegessen. — *Convallaria maialis*, Maiglöckchen. — *Maianthemum bifolium* mit zweizähligen Blüthenkreisen. — Die Arten von *Smilax* sind rankende Sträucher mit netzaderigen Blättern. — *Ruscus aculeatus* und andere Arten sind kleine Sträucher, deren blattartige Zweige auf ihrer Mitte aus der Achsel eines kleinen Deckblattes die diklinischen Blüthen

tragen. — *Paris quadrifolia* Einbeere, giftig; die Blüten sind aus vierzähligen (in seltenen Ausnahmefällen drei- oder fünfzähligen) Kreisen aufgebaut und stehen auf einem Stengel, der unter der Blüte vier (resp. drei oder fünf) Laubblätter in einem Quirl trägt (Fig. 180).

Officinell: Semen Colchici, die Samen von *Colchicum autumnale*. — Rhizoma Veratri albi, das Rhizom von *Veratrum album*. — Fructus Sabadillae, die Früchte von *Sabadilla officinarum* in Mexico. — Aloë, der eingedickte Saft von *Aloë soccotrina*, *vulgaris* und anderen Arten in Africa. — Bulbus Scillae, die mittleren Zwiebelschalen von *Scilla maritima* in Südeuropa. — Radix Sarsaparillae, die Wurzeln verschiedener *Smilax*-Arten in Centralamerika. — Radix Chinae, die knolligen Wurzeln von *Smilax China* in China.

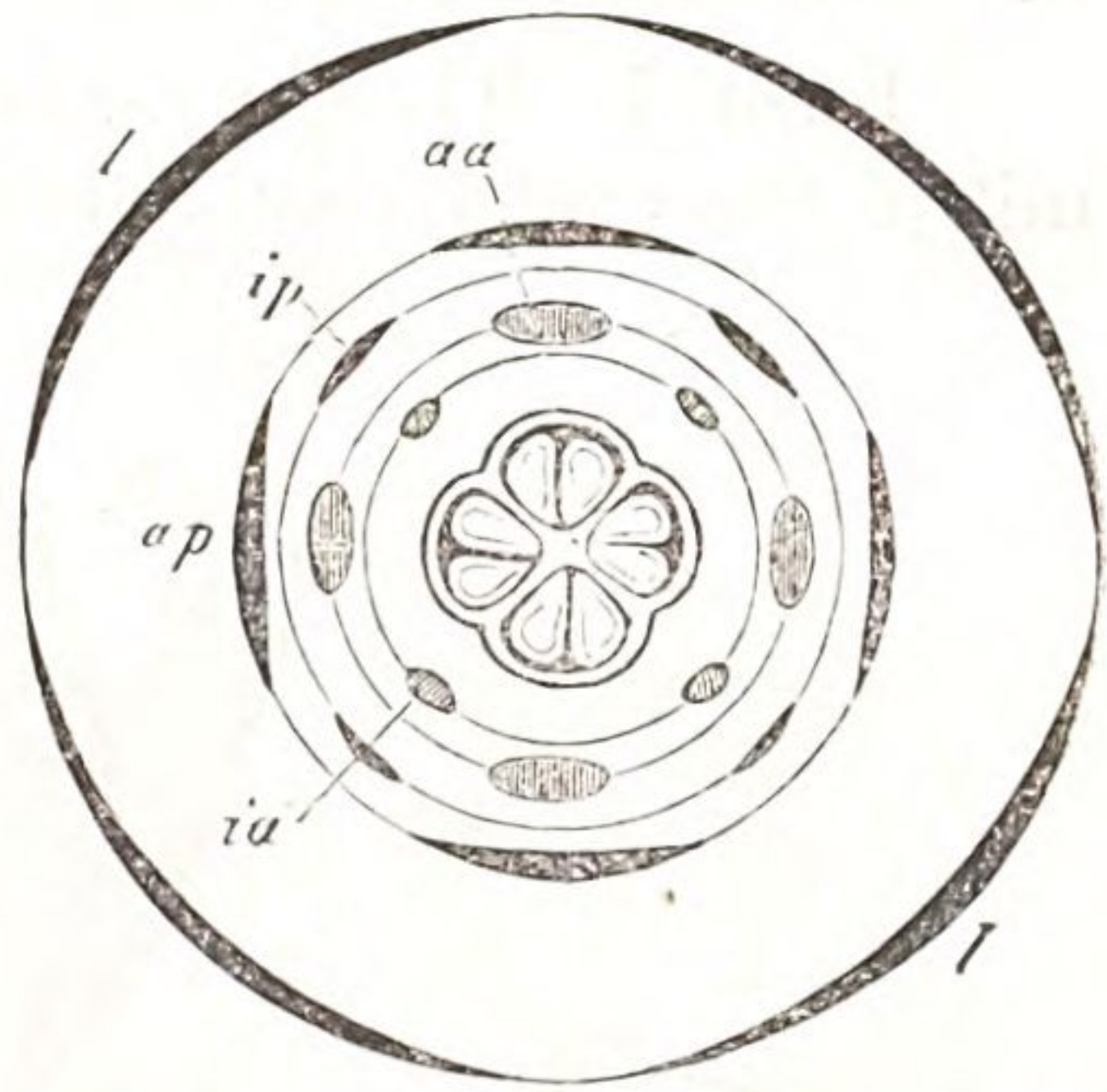


Fig. 180. Diagramm des Blütenstengels von *Paris quadrifolia*, *l* die Laubblätter, *ap* äusseres, *ip* inneres Perigon, *aa* äussere, *ia* innere Staubfäden (nach Sachs).

Fam. 3. Pontederiaceae. Wasserpflanzen im tropischen America mit zygomorphem corollinischem Perigon.

B. Fruchtknoten unterständig.

Fam. 4. Amaryllideae. $K3\ C3\ A3 + 3$ oder 12 bis 18 $G(3)$. Perigonkreise beide corollinisch, hie und da etwas zygomorph schief trichterförmig. Frucht meist eine Kapsel.

Alstroemeria mit beblättertem Stengel vom Habitus der Lilien. — Die übrigen Gattungen haben einen sehr kurzen bisweilen zwiebelartigen Stamm und lange Blüthenschäfte. *Amaryllis formosa* mit grossem röhrig schief trichterförmigem, ungleich gezähntem Perigon, Zierpflanze. — *Galanthus nivalis* und *Leucojum vernum*, Schneeglöckchen. — *Narcissus* Pseudo-Narcissus, poeticus und andere Arten sind beliebte Zierpflanzen; Ligulargebilde der sechs Perigonblätter sind zu einer röhrenförmigen Nebenkrone verwachsen. — *Agave americana*, gewöhnlich fälschlich Aloë genannt, stammt aus Mexico, ist aber auch in Südeuropa einheimisch geworden. Der ganz kurze Stamm trägt eine grundständige Rosette von dicken stacheligen Blättern; wenn er hinreichend erstarkt ist (in Südeuropa etwa nach 10—20 Jahren) verlängert er sich zu einem viele Meter hohen Schaft, der in reichlicher Verzweigung von pyramidalem Umriss zahlreiche Blüten trägt.

Fam. 5. Irideae. $K3\ C3\ A3 + G(3)$. Perigon corollinisch, zuweilen zygomorph. Frucht eine Kapsel.

Bei *Iris*, Schwertlilie, ist der Stamm ein unterirdisches wagerechtes Rhizom, das zweireihig gestellte schwertförmige, in der Richtung der Medianebene ausgebreitete Blätter und blüthentragende Stengel treibt; die Narben sind hier blumenblattartig ausgebildet und bedecken mit ihrer concaven Aussenfläche die vor ihnen stehenden Staubfäden (Fig. 181). *Iris pumila*, *germanica* u. a. beliebte Zierpflanzen, *I. Pseudacorus* häufig in Gräben. — *Gladiolus* mit unterirdischer Zwiebel, die einen hohen mehrblüthigen Stengel treibt, Blüten meist zygomorph, *G. communis* häufig cultivirt; *G. paluster* in Mooren. — *Crocus*, Safran, mit unterirdischer Zwiebel, die einen ganz kurzen unterirdischen Stengel treibt; dieser trägt über den Boden emporragende Laubblätter und schliesst mit einer Blüte ab, deren Fruchtknoten noch tief unter der Erde steckt; die Röhre des Perigons ragt über den Boden vor und breitet sich in einen sechstheiligen Saum aus, an dessen Basis die drei Staubgefässe inserirt sind.

Officinell: Rhizoma Iridis von *Iris florentina* und *pallida* in Südeuropa. — *Crocus*, die Narben von *Crocus sativus* in Südeuropa.

Fam. 6. *Taccaceae*. $K3\ C3\ A3 + 3\ \overline{G(3)}$. Fruchtknoten einfächerig mit zahlreichen Samenknospen. Kräuter mit netzaderigen, grundständigen Blättern in den Tropen.

Fam. 7. *Dioscoreae*. $K3\ C3\ A3 + 3\ \overline{G(3)}$. Fruchtknoten dreifächerig mit je einer oder zwei Samenknospen in jedem Fach. Zweihäusig. Schlingpflanzen mit ober- oder unterirdischer Knolle, netzaderigen meist dreieckigen Blättern.

Dioscorea sativa, Batatas u. a. Yamswurzel in den Tropen als stärkereiches Nahrungsmittel cultivirt.

Fam. 8. *Bromeliaceae*. $K3\ C3\ A3 + 3\ \overline{G(3)}$ Fruchtknoten ober-, unter- oder halbunterständig, dreifächerig. Aeusseres Perigon calicinisch, inneres corollinisch. Blätter gewöhnlich lang, schmal, am Rande scharf gesägt, an einem meist kurzen Stamm. Die Blüten zwittrig in Aehren oder Rispen mit Deckblättern.

Ananassa sativa, Ananas. Die Frucht ist eine Beere; die Beeren eines Blütenstandes verschmelzen miteinander zu einer Scheinfrucht, über der die Axe des Blütenstands sich fortsetzt und eine Blattkrone trägt. Die Beeren der cultivirten Pflanze enthalten keine Samen. Stammt aus America, wird aber in allen wärmeren Gegenden cultivirt.

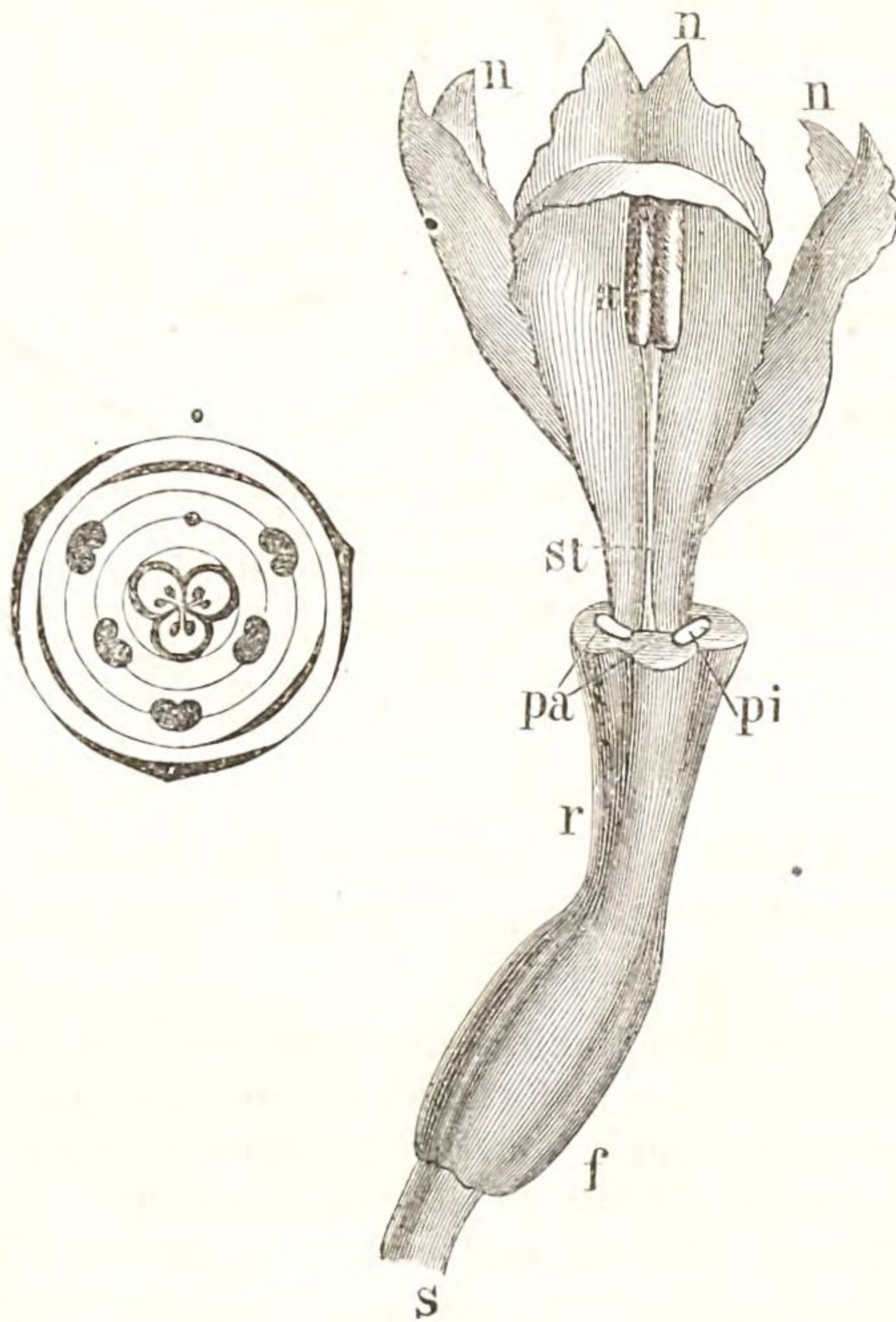


Fig. 181. Diagramm der Irideenblüte und Blüte von Iris nach Wegnahme der Perigonblätter; *s* der Stiel, *f* der unterständige Fruchtknoten, *r* der röhrig verwachsene Theil des Perigons, *pa* Insertion der äusseren, *pi* der inneren Perigonblätter, *st* Staubfaden, *a* Anthere, *nnn* die drei blumenblattartigen Narben (nat. Gr.).

Ordnung 8. Scitamineae.

Blüthen zygomorph oder asymmetrisch: $\downarrow K3\ C3\ A3 + 3\ \overline{G(3)}$, jedoch mit bisweilen sehr starker Reduction des Androeceums. Beide Perigonkreise corollinisch, oder der äussere calicinisch. Fruchtknoten unterständig, dreifächerig. Frucht eine Kapsel oder Beere. Kein Endosperm, aber reichliches Perisperm. — Stattliche Kräuter mit grossen Blättern, deren Spreite fiedernervig.

Fam. 4. *Musaceae*. $\downarrow K3\ C3\ A3 + 2\ \overline{G(3)}$. Perigon corollinisch, unregelmässig ausgebildet, das vordere äussere Blatt meist sehr gross, das hintere innere immer sehr klein, bei *Musa* sind die 5 vorderen zu einer hinten offenen Röhre verwachsen; der hintere Staubfaden steril oder fehlend, die anderen nicht immer fertil. Die Unterfamilie der Heliconieen

weicht im Blütenbau ab. Stauden von kolossalem Wuchs mit mehrere Meter langen Blättern. Die Blüten stehen meist in ährenförmigen Blütenständen in der Achsel grosser oft gefärbter Deckblätter, bisweilen zahlreich in der Achsel je eines Deckblattes.

Musa paradisiaca, Pisang, M. Sapientum Banane, und M. Ensete stammen aus der Tropenregion der alten Welt; die beiden ersteren sind jetzt auch in Amerika verbreitet und erfahren ausgedehnte Anwendung; die beerenartigen Früchte werden gegessen, die Fibrovasalstränge zu Geweben benutzt.

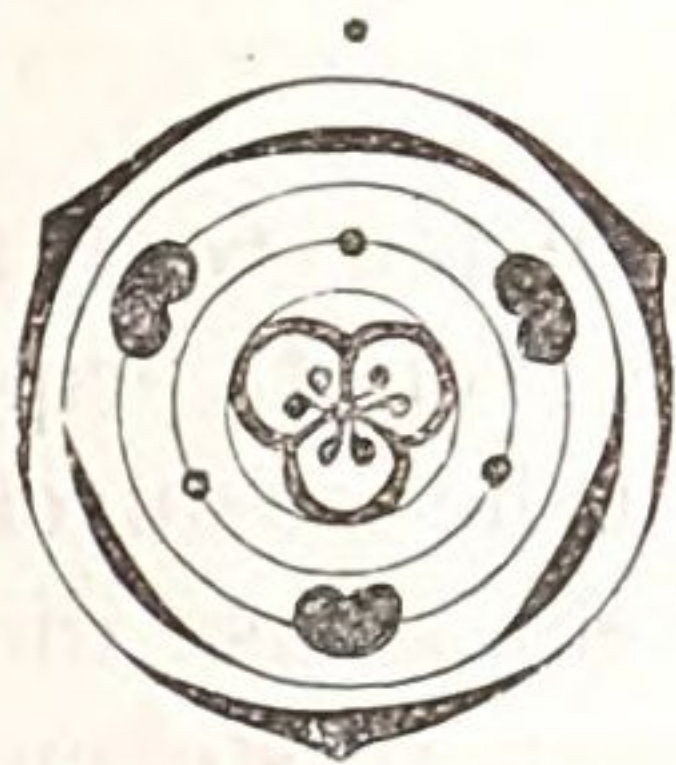


Fig. 182. Diagramm der Blüte von Musa.

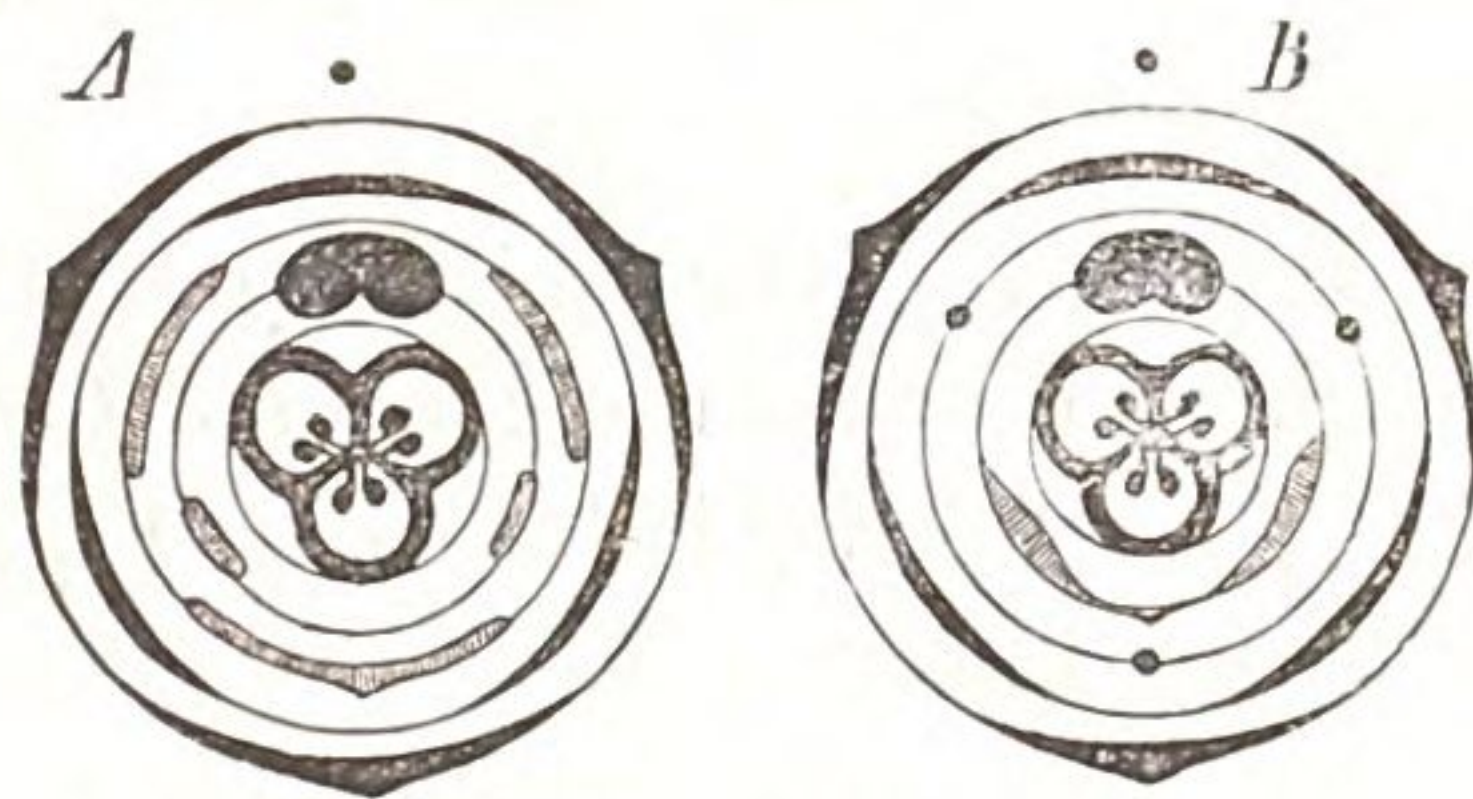


Fig. 183. Diagramme von Zingiberaceenblüthen, A Hedychium, B Alpinia.

Fam. 2. Zingiberaceae. $\downarrow K3 C3' A \div 3 + 1, \div 2 G(3)$. Perigon zygomorph. Die drei Staubfäden des äusseren Kreises sind zu einem blattartigen dreilappigen Gebilde, dem Labellum verwachsen, dessen vorderer mittlerer Lappen sehr gross ist. Vom inneren Kreise trägt nur der hintere Staubfaden eine vollständige Anthere, die beiden anderen sind in kleine drüsenartige Gebilde verwandelt. Alpinia (Fig. 183 B) scheint im Blütenbau abzuweichen.

Officinell: Rhizoma Zingiberis, Ingwer von Zingiber officinale in Ostindien (in Westindien auch cultivirt). — Rhizoma Curcumae von Curcuma longa und C. viridiflora in Ostindien, mit gelbem Farbstoff. — Rhizoma Zedoariae, Zittwer, von Curcuma Zedoaria in Ostindien. — Rhizoma Galangae von Alpinia-Arten in China. — Fructus Cardamomi minores von Elettaria Cardamomum in Ostindien.

Das Stärkemehl der Rhizome von Curcuma angustifolia und leucorrhiza kommt als ostindisches Arrow-root in den Handel.

Fam. 3. Cannaceae. $\downarrow K3 C3 A \div 1$ oder $2 + 1, \div 2 G(3)$. Das Androeceum wird von einer Anzahl blumenblattartiger Gebilde repräsentirt, von denen eines (der hintere Staubfaden des inneren Kreises) eine halbe Anthere trägt (Fig. 184 st, an); von den übrigen Staminodien ist eines grösser, zurückgerollt, das Labellum (Fig. 184 l), die anderen schmäleren (Fig. 184 α und β) wechseln in ihrer Zahl nach den Arten.

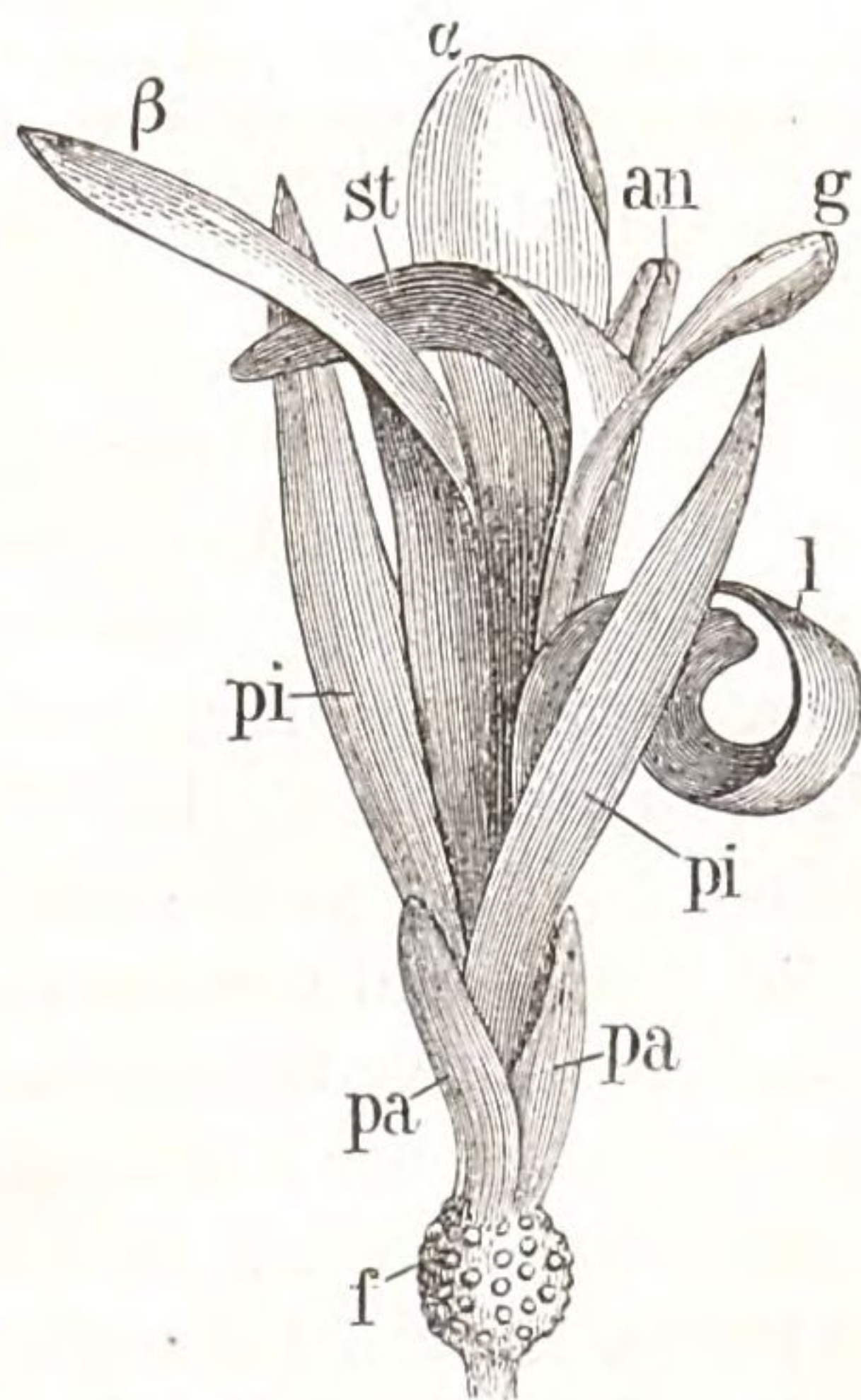


Fig. 184. Blüte von Canna indica (nat. Gr.). f der unterständige Fruchtknoten, pa äusseres, pi inneres Perigon, g Griffel, st der fertile Staubfaden mit der Anthere an, l Labellum, α und β die beiden anderen Staminodien (nach Eichler).

Canna indica und mehrere andere Arten werden als Zierpflanzen häufig cultivirt.

Officinell: Amylum Marantae, das Stärkemehl des Rhizoms von *Maranta arundinacea* in Westindien, das eigentliche »Arrow-root«.

Ordnung 9. Gynandrae.

Blüthen zygomorph, im Androeceum reducirt, dieses mit dem Gynaecium verwachsen. $\downarrow K3 C3 A1 + 2 G(\overline{3})$. Fruchtknoten unterständig. Samen sehr klein, ohne Endosperm; Embryo ein winziger ungegliederter Gewebekörper.

Fam. 4. Orchideae. Die Blüthen der meisten Gattungen entsprechen der Formel: $\downarrow K3 C3 A1 + \dagger 2 G(\overline{3})$, die von *Cypripedium* jedoch $\downarrow K3 C3 A\dagger 1 + 2 G(\overline{3})$ (Fig. 185 A, B). Die Blüthe ist durch Drehung des Fruchtknotens (Fig. 186 f) gewöhnlich so gedreht, dass die hinteren Glieder statt wie gewöhnlich nach oben, nach unten zu stehen kommen.

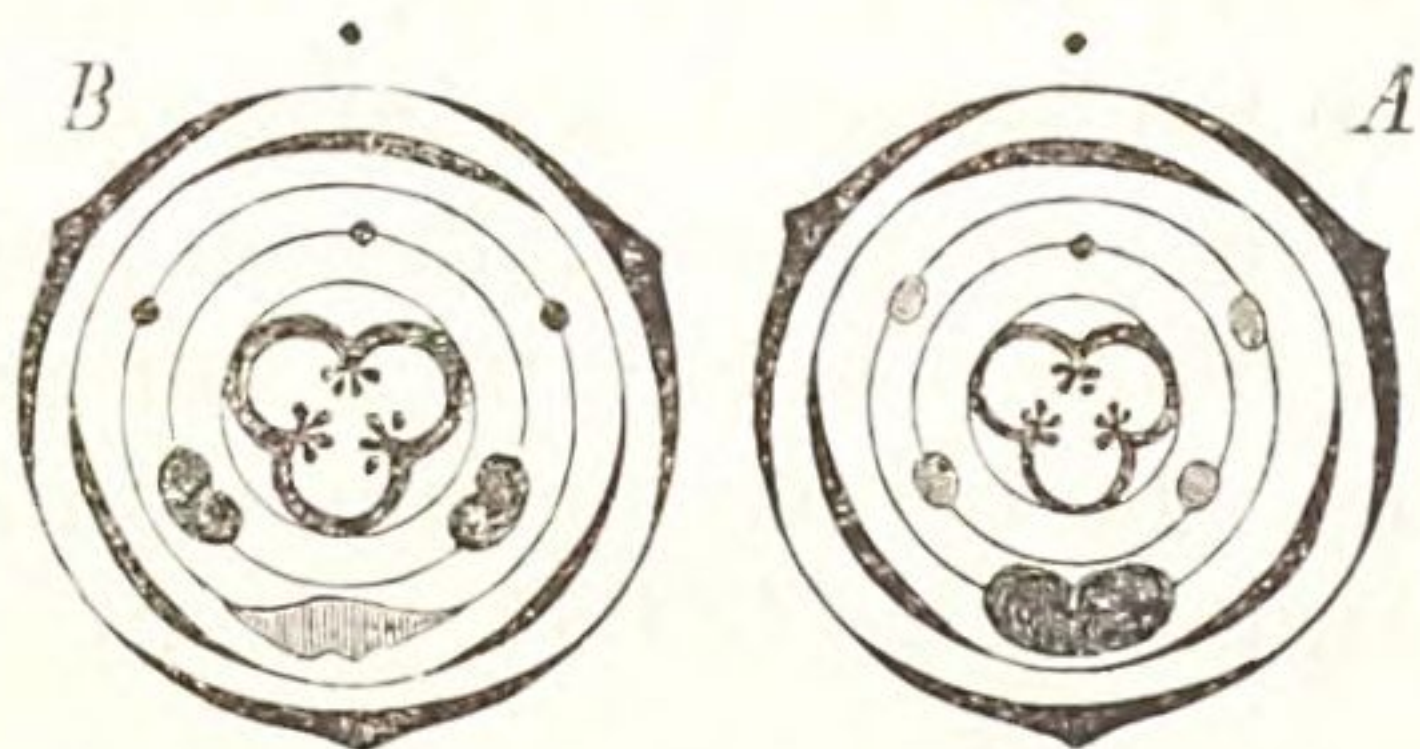


Fig. 185. Diagramme von Orchideenblüthen; A der gewöhnlichen Form, B von *Cypripedium*; die schraffirten Staubblätter sind Staminodien.

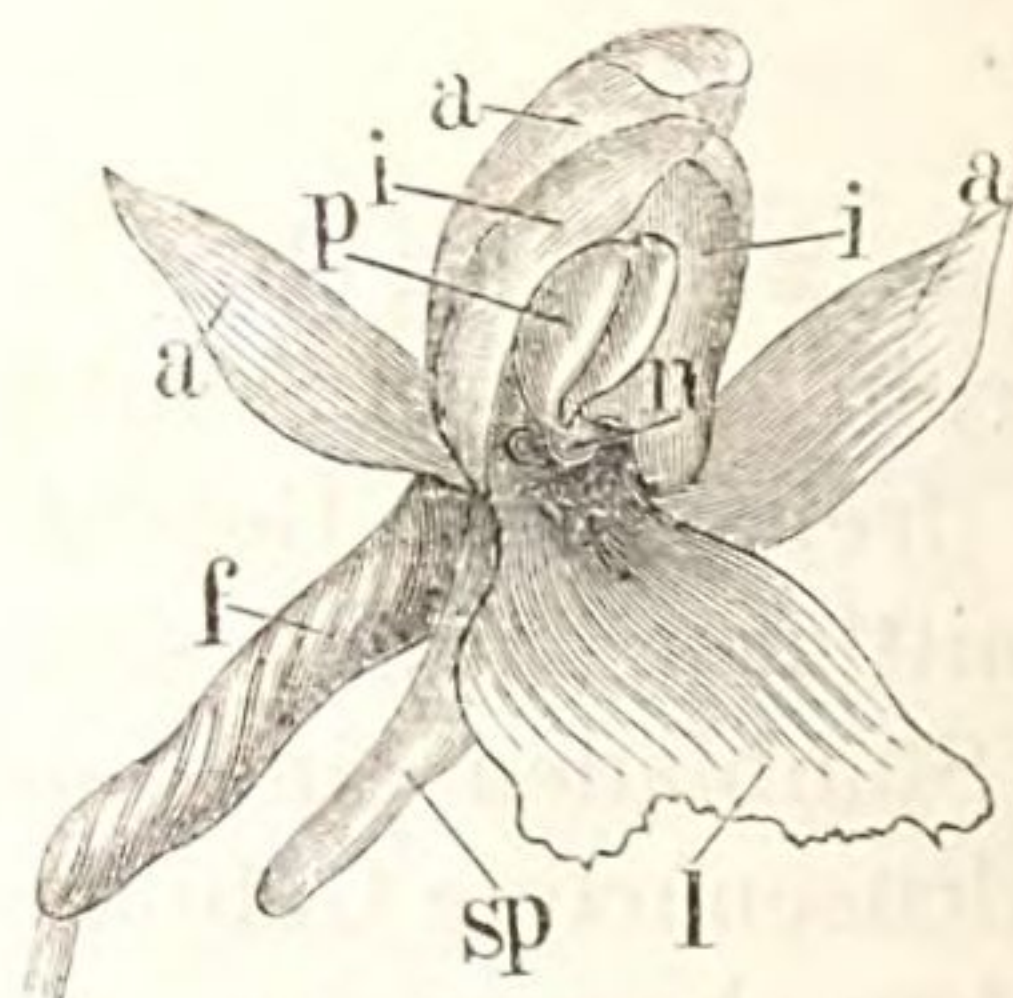


Fig. 186. Blüthe von *Orchis mascula* (2mal vergr.). f der gedrehte Fruchtknoten; aaa die drei äusseren Perigonblätter, ii zwei der inneren, l das dritte innere Perigonblatt, Labellum mit Sporn sp, n Narbe, p die Pollensäcke.

Die beiden Perigonkreise sind corollinisch und zwar zygomorph ausgebildet. Das hintere Blatt des inneren Kreises Labellum genannt (Fig. 186, s. auch Fig. 155 l), ist stets grösser als die übrigen und von mannigfaltiger Form, häufig mit einem Sporn (Fig. 186 sp) oder einer sackartigen Höhlung (Fig. 155) versehen. Die Filamente der drei Staubblätter sind mit den drei Griffeln zu einer gemeinschaftlichen Säule, dem Gynostemium (Fig. 155 S, Fig. 188 B und C gs) verwachsen. Das fertile Staubblatt trägt eine zweifächerige (durch Schwinden der Scheidewand öfter ein-, seltener vierfächerige) Anthere, die beiden anderen sind Staminodien (Fig. 155 x) und erscheinen bisweilen nur als kleine zahnartige Vorsprünge (Fig. 186). — Der Pollen zerfällt bei einigen in die einzelnen Körner, bei anderen bleiben diese zu Tetraden, bei den meisten zu Massen vereinigt, deren jede einem Pollensack entstammt (Fig. 186 p, 155 p). — Bei der Bestäubung, die hier immer durch Insecten vermittelt wird, bleiben diese Pollenmassen mittels eines klebrigen Theils der Narbe, des Rostellum (Fig. 155 h), beide am Insectenrüssel haften, von dem sie in anderen Blüthen an der Narbe abgesetzt werden. Bei ausländischen Formen sind diese Verhältnisse viel ver-

wickelter. — Der unterständige Fruchtknoten ist einfächerig mit zahlreichen wandständigen anatropen Samenknospen.

Die bei uns einheimischen Arten besitzen unterirdische Rhizome oder Knollen. Diese Knollen sind gewöhnlich in der Zweizahl vorhanden, die eine ältere, zur Blüthezeit schlaffere (Fig. 187 A und B, 1) trägt den ober-

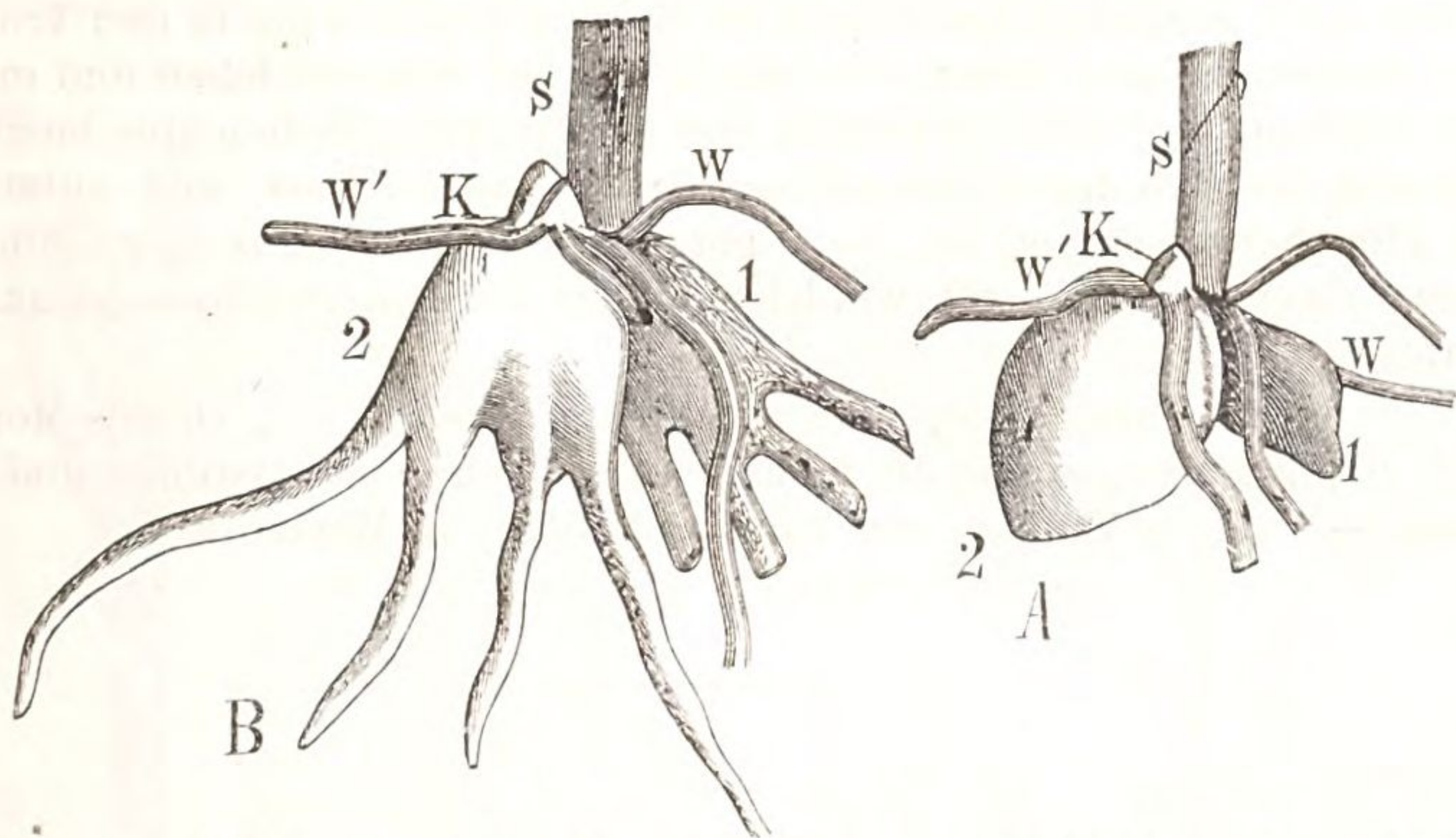


Fig. 187. Knollen A von *Orchis Morio*, B von *Gymnadenia conopsea*; s der blüthentragende Stengel, 1 die diessjährige, 2 die nächstjährige Knolle mit Knospe k; w und w' Wurzeln (nat. Gr.).

irdischen blüthentragenden Stengel (Fig. 187 s) oder bei jungen Pflanzen einen kurzen unterirdischen Stamm, der nur Blätter über die Erde treibt. Am oberen Ende dieser Knolle entspringt die festere Knolle (Fig. 187, 2), welche an ihrem Gipfel die Knospe des nächstjährigen Stammes (K) trägt. Die Knolle ist aufzufassen als eine Seitenknospe, welche mit ihrer ersten Wurzel (oder deren mehreren, Fig. 187 B) zusammen verschmilzt und anschwillt; die Spitze der ungetheilten (Fig. 187 A), sowie die Spitzen der getheilten handförmigen Knollen (Fig. 187 B) haben, wenigstens im jungen Zustande, die Beschaffenheit von Wurzelspitzen.

Orchis Morio, *militaris*, mit rundlichen oder länglichen Knollen (Fig. 187 A), *O. latifolia*, *incarnata* mit handförmigen in Wurzeln ausgehenden Knollen (Fig. 187 B), häufig auf feuchten Wiesen. — *Gymnadenia conopsea* mit langer Blüthenähre, und ebenfalls handförmigen Knollen, in Wäldern, auf Haiden. — *Ophrys myodes*, *apifera*, *aranifera* mit zierlichen, im Aussehen an Insecten erinnernden Blüthen, ziemlich selten auf Haiden, in Auen. — *Cephalanthera rubra*, *Epipactis latifolia* u. a. mit kriechendem Rhizom, in Wäldern. — *Corallorrhiza innata* mit koralienähnlich verzweigtem unterirdischem Rhizom, ohne Wurzeln, *Epipogon Gmelini* ebenfalls ohne Wurzeln, chlorophyllfrei, leben im Humus der Gebirgswälder, selten. — *Neottia Nidus avis*, ebenfalls ein chlorophyllfreier Humusbewohner, besitzt ein dicht mit fleischigen Wurzeln besetztes Rhizom, die wie die Zweige in einem Vogelneste

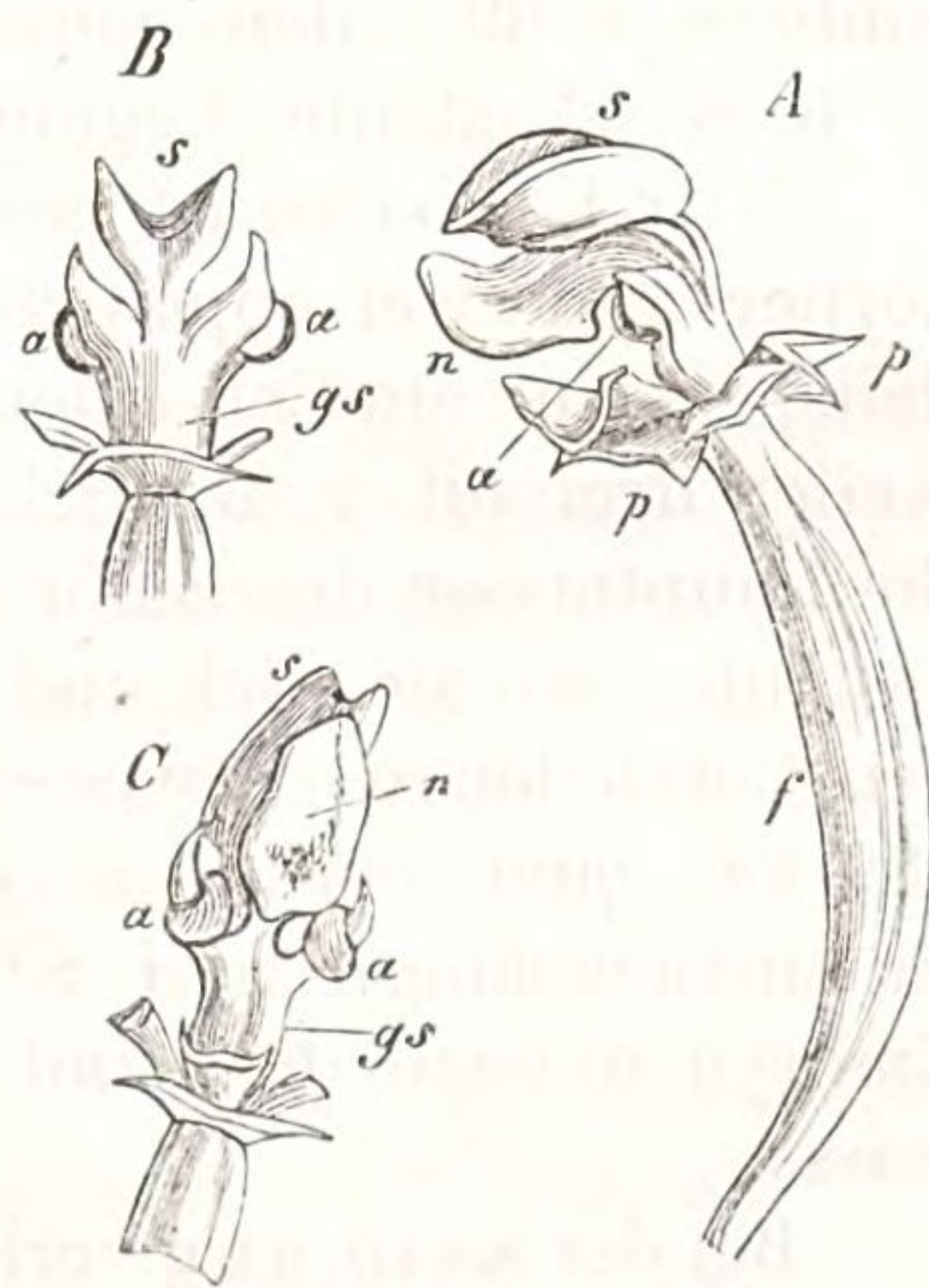


Fig. 188. Blüthe von *Cypripedium Calceolus*; die Perigonblätter pp sind abgeschnitten. A von der Seite, B von hinten, C von vorne; f Fruchtknoten, gs Gynostemium, aa die beiden fertilen Staubgefäße, s Staminodium, n Narbe (nach Sachs).

untereinander verschlungen sind, häufig in Wäldern. — *Cypripedium* Calceolus, Frauenschuh, in Gebirgswäldern, mit kriechendem Rhizom und breiten eiförmigen Blättern. Die Perigonblätter sind braunroth gefärbt, das gelbe Labellum bildet einen schuhförmigen hohlen Sack. Der Blütenbau weicht von dem oben geschilderten der meisten Gattungen ab. Hier sind die beiden Staubblätter, die bei den übrigen Staminodien sind, fertil (Fig. 488 aa, vergl. Fig. 485), und das vordere, das sonst allein eine Anthere trägt, ein grosses Staminodium (Fig. 488 s).

Einen noch grösseren Reichthum an Formen besitzen die in den Tropen vorkommenden Gattungen und Arten, welche meist auf Bäumen leben und mächtige Luftwurzeln treiben. — *Vanilla* planifolia und andere Arten haben eine lange schotenförmige Frucht, die sich durch ihren feinen Geruch auszeichnet, und unter dem Namen Vanille allgemein bekannt ist. — *Vanda*, *Oncidium*, *Phajus* u. a. sind Gattungen, die wegen ihrer schönen, oft wohlriechenden Blüten in Gewächshäusern cultivirt werden.

Officinell: Tuber Salep, die rundlichen Knollen von *Orchis Morio*, mascula, ustulata, papilionacea, sowie die handförmigen von *Orchis latifolia* und *Gymnadenia conopsea*. — Fructus Vanillae von *Vanilla planifolia* in Mexico.

Classe X.

Dicotyledones.

Der Embryo trägt zwei opponirte Cotyledonen; das Endosperm wird häufig vor der Samenreife ganz aufgezehrt.

Der reife Same enthält bisweilen ein grosses Endosperm und einen kleinen Embryo (z. B. Umbelliferen, Euphorbiaceen); häufig ist aber der Embryo verhältnissmässig gross und das Endosperm nimmt einen kleinen Raum ein (z. B. Labiaten), oder endlich das Endosperm fehlt ganz und der Embryo erfüllt den ganzen von der Samenschale umschlossenen Raum (z. B. Roskastanie, Leguminosen, Compositen).

Der Embryo ist gewöhnlich gegliedert und besteht aus einem Axenkörper und zwei opponirten Cotyledonen; in seltenen Fällen (z. B. *Corydalis*) ist nur ein Cotyledon vorhanden, oder es treten abnormer Weise bisweilen drei auf (z. B. Eiche, Mandel). Die Cotyledonen bilden gewöhnlich die Hauptmasse des Embryos z. B. bei Leguminosen (Fig. 489 A, c), Roskastanie, wo sie dick und fleischig werden. Das Stammende trägt über den Cotyledonen entweder eine mehrblättrige Knospe z. B. *Vicia* (Fig. 489 kn) oder endigt nackt. — Bei den chlorophyllfreien kleinsamigen Humusbewohnern und Schmarotzern (z. B. *Pirula*, *Orobanche*) ist der Embryo ungegliedert und besteht nur aus einer wenigzelligen Gewebemasse.

Bei der Keimung verlängert sich das hypocotyle Glied nach Sprengung der Samenschale so weit, um die Wurzel aus dem Samen hinauszuschieben, welche nun selbst rasch wächst und eine bedeutende Länge erreicht (Fig. 489 B, h), während die übrigen Theile noch im Samen verweilen. Die Cotyledonen bleiben nun entweder während der ganzen Keimung im Samen

stecken und gehen, nachdem die Nahrungsstoffe aus ihnen in die Pflanze übergegangen sind, zu Grunde (z. B. Rosskastanie, *Vicia* Fig. 189); es strecken sich dabei deren Stiele so weit, dass die Stammknospe, anfangs eingebogen, hinausgeschoben wird und sich später aufrichtet. Gewöhnlich aber (Fig. 190) treten die Cotyledonen aus der Samenschale heraus, ergrünen und fungiren als die ersten Laubblätter der Pflanze.

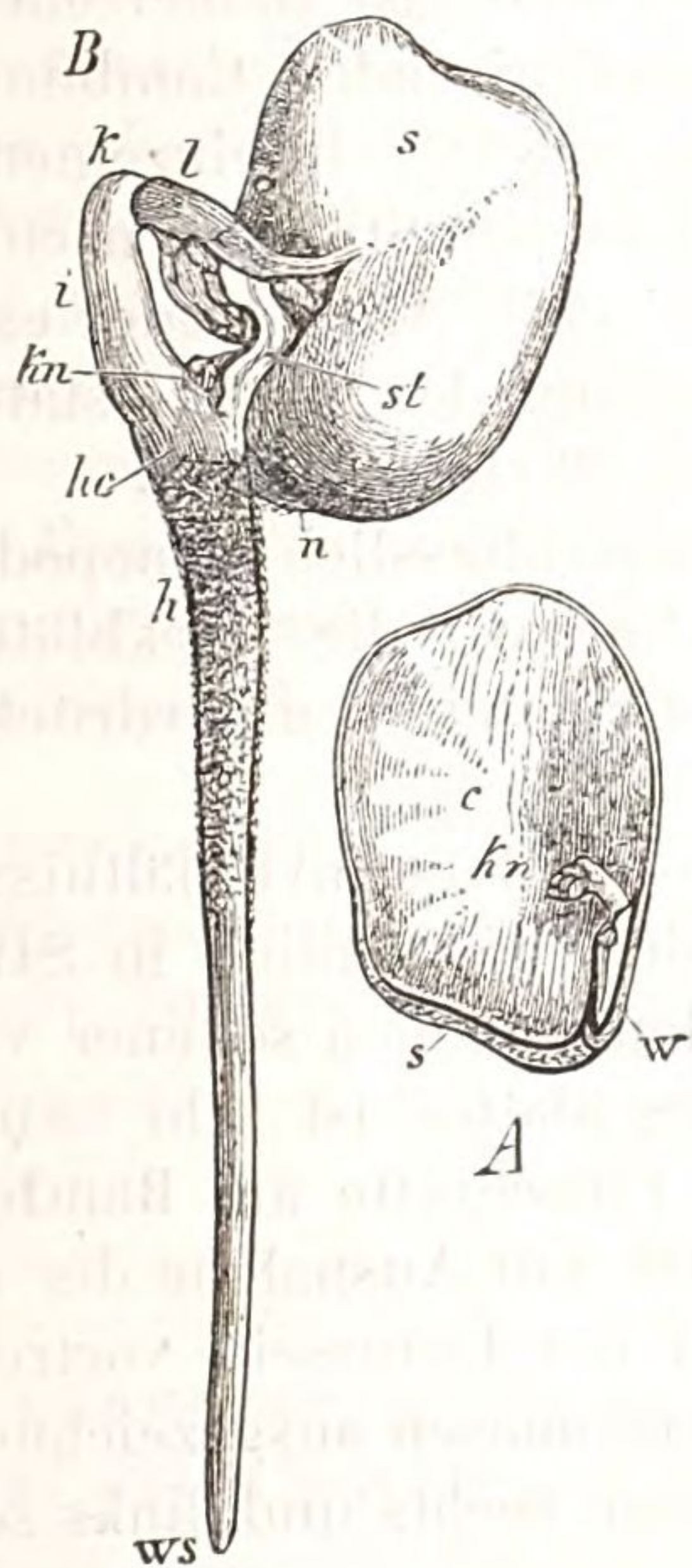


Fig. 189. Keimung von *Vicia Faba*. A reifer Same nach Wegnahme des einen Cotyledons; s Samenschale, c Cotyledon, kn Blattknospe, w Wurzelende; B Keimung; st Stiele der Cotyledonen; k Krümmung des epicotylen Gliedes i; hc hypocotyles Glied; h die Hauptwurzel, ws deren Spitze (nach Sachs).

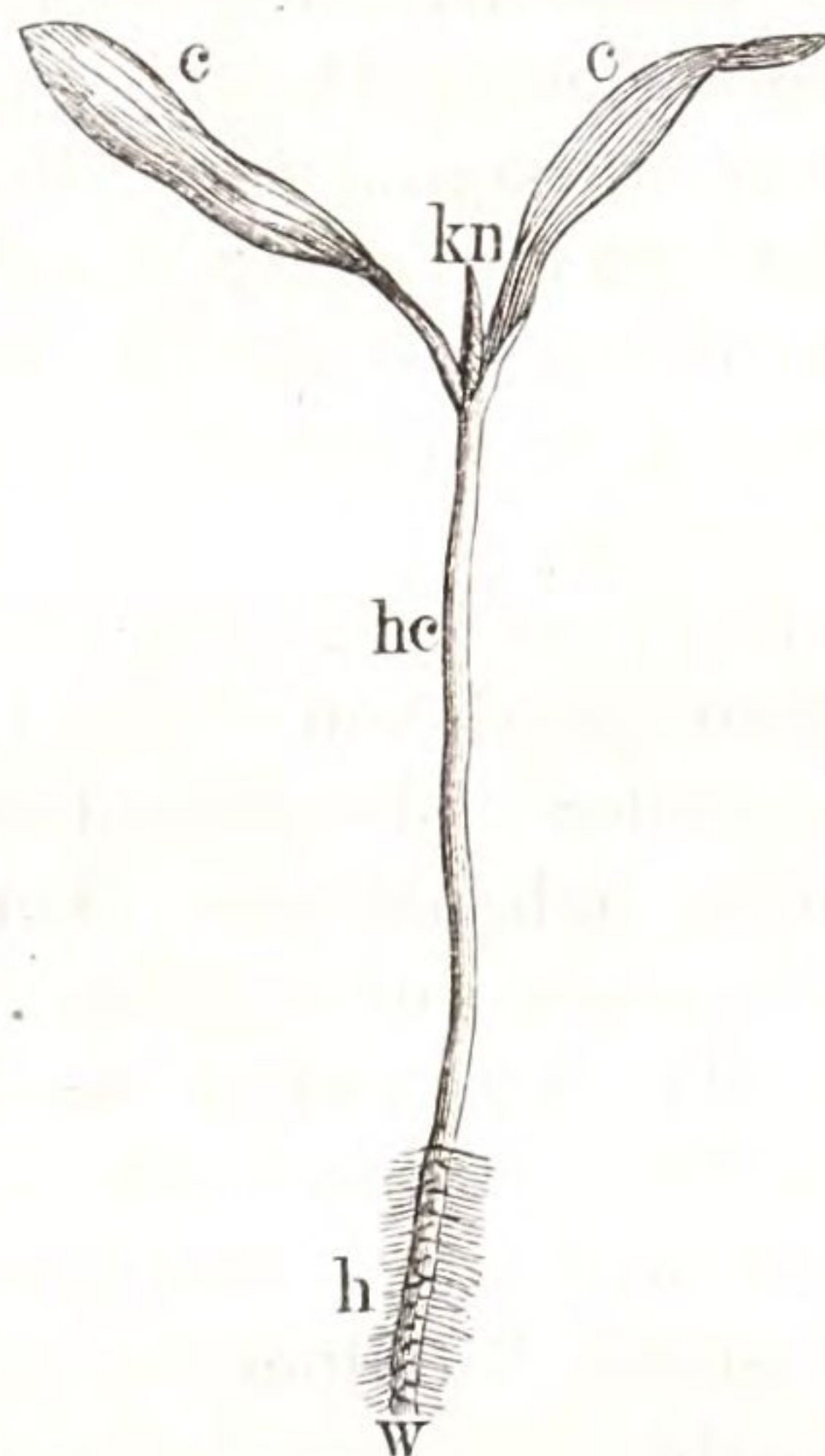


Fig. 190. Keimpflanze des Ahorns, (nat. Gr.); cc die beiden Cotyledonen, kn Gipfelknospe des Stämmchens, hc hypocotyles Glied, w Pfahlwurzel mit Wurzelhaaren h, unten nicht mehr ganz gezeichnet.

Die Axe des Keimpflänzchens bleibt häufig auch die Hauptaxe der Pflanze, welche am Gipfel sich verlängernd, zahlreiche schwächere Seitensprosse erzeugt; es kommt aber auch sehr oft vor, dass späterhin Seitenzweige sich ebenso stark entwickeln als der Hauptstamm; indem dabei die untersten schwächeren Seitenzweige absterben, kommen die Baumkronen der Laubbäume zu Stande; bei den Sträuchern entspringen solche kräftige Seitenzweige schon nahe an der Basis des Hauptstammes. Bei vielen Laubbäumen sind aber der Stamm und die Zweige Sympodien, indem jährlich die oberste Seitenknospe die Richtung der Mutteraxe fortsetzt, während deren Gipfel sich nicht weiter entwickelt. Ausserdem bestehen die mannigfaltigsten Einrichtungen, als Rhizome, Ausläufer, Knollen- (seltener Zwiebel-)bildung an Stämmen und Wurzeln, durch welche das Leben des Individuums an neue Seitenaxen übergeht. — Wo die Keimaxe fortan die Hauptaxe bleibt, da erreicht auch die Hauptwurzel

eine mächtige Entwicklung als Pfahlwurzel, aus welcher die Seitenwurzeln in acropetaler Reihenfolge hervorbrechen; wenn das Längenwachsthum der Pfahlwurzel erlischt, treten zahlreiche adventive Wurzeln an ihren älteren Theilen auf, welche gleich den anderen Seitenwurzeln in mehreren Generationen erzeugen können und so ein mächtiges Wurzelsystem aufbauen.

Die Fibrovasalstränge des Stammes sind fast immer offene und vermitteln durch die Thätigkeit des sich constituirenden Cambiumringes das Dickenwachsthum der kräftigeren Stämme (s. § 26). In einzelnen Fällen verlaufen ausser diesen zu einem Kreis geschlossenen Strängen noch andere isolirte Stränge durch den Stamm z. B. bei *Begonia*, *Aralia*; oder es finden noch complicirtere Verhältnisse in der Anordnung der Stränge statt, z. B. bei *Piperaceen*, *Sapindaceen*, *Menispermaceen*, *Phytolacca* u. a.

Die Verzweigung des Stammes ist ausschliesslich monopodial und fast stets axillär. Natürlich bilden die Fälle, wo die Deckblätter der Sprosse wie z. B. in den Blüthentrauben der *Cruciferen*, unterdrückt sind, keine Ausnahme.

Die Blätter zeigen in ihren Stellungs- und Formverhältnissen die grösste Mannigfaltigkeit. Die Laubblätter sind gewöhnlich in Stiel und Spreite gesondert, stengelumfassende Scheiden kommen seltener vor, dagegen häufig Nebenblätter. Verzweigung des Blattes ist sehr häufig und gewöhnlich schon durch Zähne und andere Einschnitte am Rande angedeutet. — Die Nervatur der Laubblätter ist (mit Ausnahme der dicken, fleischigen Blätter) durch die zahlreichen auf der Unterseite vortretenden Nerven und deren zahlreiche krummlinige Anastomosen ausgezeichnet. Gewöhnlich ist ein Mittelnerv vorhanden, welcher rechts und links seitliche Nerven abgibt.

Die Blüthen, welche bei seitlicher Stellung zumeist zwei Vorblätter besitzen, lassen sich nicht auf einen Typus zurückführen, sondern sind ziemlich verschieden gebaut:

Bei einer Anzahl von Formen finden wir Perigon und Androeceum isomer, gewöhnlich vier-, fünf- oder sechszählig; die Anordnung ist entweder spiralig ($\frac{2}{5}$) oder quirlig, so dass immer die Staubfäden den Perigonblättern superponirt sind; letztere sind unter sich von gleicher Beschaffenheit, calicinisch; eine Krone existirt nicht (*Julifloren*). $P\bar{5} \mid A\bar{5}$ oder $Pn + n \quad An + n$; $n = 2$ oder 3 .

Hieran schliessen sich in gewisser Beziehung solche Blüthen, in denen zu dem Perigon der ersteren noch eine damit alternirende Krone hinzukommt; zugleich erscheint noch ein zweiter der Krone superponirter Staubfadenkreis (viele *Centrospermae*). $Kn \quad Cn \quad An + n$; n meist $= 5$.

Bei einem anderen, hiemit zunächst nicht vergleichbaren Typus sind alle Blüthentheile in fortlaufender Spirale angeordnet, das Perigon entweder einfach, oder an Stelle der untersten Staubfäden erscheint eine Krone, welche bei Isomerie sich meist mit dem Kelch in Alternation setzt (*Polycarpicae*); durch vielfache Uebergänge verbunden sind damit Blüthen, deren Staubfäden sich ebenfalls quirlig ordnen, geringer an Zahl sind, und

die wiederum den Bau $Kn\ Cn\ An + n$; n meist = 5 oder 4 besitzen. Indem die einen oder anderen Staubfäden (häufig die inneren) nicht zur Entwicklung kommen, oder Verdoppelung, Verzweigung oder Verwachsungen eintreten, wird dieser Typus, der weitaus am zahlreichsten vertretene, höchst mannigfaltig (die meisten Eleutheropetalae und Gamopetalae).

Endlich bleiben noch Blüthen mit nur einfachem Perigon übrig, die sich mit keinem der obigen Typen vergleichen lassen, die somit einstweilen unerklärt sind und die Verwandtschaft der betreffenden Familien zweifelhaft lassen (Monochlamydeen, Tricoccae).

Die Unterabtheilungen, in welche wir in folgendem System die Dicotyledonen eintheilen, sind vorzugsweise durch die eben geschilderten Verschiedenheiten des Blüthenbaus charakterisirt; es ist jedoch unmöglich, scharfe Grenzen zwischen den Abtheilungen, den Ordnungen, ja theilweise sogar der Familien anzugeben; denn den Platz, welchen eine Pflanze im Systeme einzunehmen hat, entscheidet nicht ein einziger Charakter, sondern die Gesammtheit der Charaktere.

I. Unterclasse. **Juliflorae.** *Die Blüthen sind stets klein, unscheinbar, mit einfachem calicinischem Perigon oder ohne Perigon, häufig diclinisch, meist zu kätzchen-, knäuel- oder kolbenförmigen Inflorescenzen zusammengeordnet.*

Ordnung 1. Piperinae.

- 2. Urticinae.

- 3. Amentaceae.

II. Unterclasse. **Monochlamydeae.** *Die Blüthen mit einfachem, nicht in Kelch und Krone gesondertem Perigon versehen, meist ansehnlich, nicht zu Kätzchen oder ähnlichen Blüthenständen vereinigt. Fruchtknoten meist unterständig. Pflanzen von zweifelhafter Verwandtschaft.*

Ordnung 4. Serpentariae.

- 5. Rhizanthaeae.

- 6. Balanophoreae.

- 7. Santalinae.

III. Unterclasse. **Eleutheropetalae.** *Das Perigon ist selten einfach, meist in Kelch und Krone gesondert, wenn auch letztere in vielen Fällen wiederum fehlschlägt. Die Kronenblätter sind fast stets untereinander frei.*

A. **Tricoccae.** *Blüthen meist diclinisch; Perigon meist einfach, zuweilen jedoch aus Kelch und Krone bestehend, bisweilen fehlend. Fruchtknoten oberständig meist dreifächerig, mit je einer oder zwei anatropen, fast immer hängenden Samenknospen. Same mit Endosperm.*

Ordnung 8. Tricoccae.

B. **Centrospermae.** *Blüthen meist hermaphrodit, Perigon einfach oder in Kelch und Krone gesondert; Fruchtknoten oberständig mit einer centralen Samenknospe oder centraler (durch Aufstülpung der Fruchtblätter entstandenen) Placenta. Same mit Endosperm.*

Ordnung 9. Polygoninae.

- 10. Caryophyllinae.

C. Aphanocyclicae. *Blüthen acyclisch, hemicyclisch oder cyclisch, mit zuweilen einfachem, meist aber in Kelch und Krone gesondertem Perigon. Staubfäden fast immer zahlreicher als die Perigonblätter, theils in spiraliger Anordnung mit unbegrenzter Anzahl, theils durch Verdoppelung oder Verzweigung vermehrt, seltener in eucyclischer Verbindung mit dem Perigon. Fruchtknoten fast immer oberständig, zuweilen apocarp, mit zumeist wandständigen Placenten.*

Ordnung 11. Polycarpicae.

- 12. Cruciflorae.

- 13. Cistiflorae.

- 14. Columniferae.

D. Eucyclicae. *Blüthen meist hypogyn, cyclisch, fünf- oder vierzählig, mit Kelch und Krone, und zwei mit der Krone gleichzähligen Staubfadenkreisen, nur selten mit mehr Staubfäden. Fruchtknoten syncarp.*

Ordnung 15. Gruinales.

- 16. Terebinthinae.

- 17. Aesculinae.

- 18. Frangulinae.

E. Caliciflorae. *Blüthen fast immer perigyn oder epigyn, cyclisch, fünf- oder vierzählig, meist mit Kelch und Krone; Staubfäden in gleicher oder doppelter Anzahl als die Kronenblätter, oder in noch mehr Kreisen. Fruchtknoten syncarp oder apocarp.*

Ordnung 19. Umbelliflorae.

- 20. Saxifraginae.

- 21. Passiflorinae.

- 22. Opuntinae.

- 23. Myrtiflorae.

- 24. Rosiflorae.

- 25. Leguminosae.

- 26. Thymelaeinae.

IV. Unterclasse. Gamopetalae. *Das Perigon ist stets in Kelch und Krone geschieden, letztere fast immer verwachsenblütterig, nur höchst selten unterdrückt.*

A. Isocarpeae. *Fast immer ebensoviel Carpelle, als Kelch- und Kronenblätter. Fruchtknoten meist oberständig..*

Ordnung 27. Primulinae.

- 28. Diospyrinae.

- 29. Bicornes.

B. Anisocarpeae. *Gewöhnlich nur zwei mediane (oder etwas schräg gestellte) Carpelle.*

1. Hypogynae. Fruchtknoten oberständig.

Ordnung 30. Diandrae.

- 31. Contortae.

- 32. Tubiflorae.

- 33. Labiatiflorae.

2. Epigynae. Fruchtknoten unterständig.

Ordnung 34. Campanulinae.

- 35. Aggregatae.

I. Unterklasse. Juliflorae.

Die Blüten sind stets klein unscheinbar mit einfachem calicinischem Perigon oder ohne Perigon, häufig diklinisch, meist zu kätzchen-, knäuel- oder kolbenförmigen Inflorescenzen zusammengeordnet.

Ordnung 1. Piperinae.

Blüthen meist hermaphrodit in Aehren oder Kolben mit Deckblättern. Das Perigon fehlt meist vollständig. Samenknope gerade, einzeln, basilär oder hängend, selten mehrere wandständig. Der Embryo ist klein und liegt vom Endosperm umgeben in einer Vertiefung des reichlichen Perisperms.

Fam. 1. Piperaceae.

Fruchtknoten einfächerig mit einer geraden aufrechten centralen Samenknope. Die Blütenstände sind lange Kolben mit schildförmigen Deckblättern (Fig. 191 f. unten), in deren Achseln die Blüten sitzen; die Blüthe besteht nur aus je einem

Fruchtknoten (Fig. 191 f. oben) und zweimal drei, oder drei, oder nur zwei Staubfäden; Frucht eine Beere.

Piper nigrum, kletternder Strauch in Ostindien; die unreifen getrockneten Früchte sind der schwarze Pfeffer; der weisse Pfeffer besteht aus den reifen Früchten der nemlichen Pflanze, welche macerirt und durch Mahlen von der äussersten Schicht befreit sind.

Officinell: Cubebae, die Früchte von *Cubeba officinalis* (Java); früher auch *Piper nigrum* und *album* (s. oben); *Piper longum* die mit Früchten besetzten Kolben von *Chavica officinarum* (Ostindien); *Herba Matico*, die Blätter von *Artanthe elongata* und *adunca* (Südamerika).

Ordnung 2. Urticinae.

Blüthen meist diklinisch, in verschiedenartigen Blütenständen. Peri-

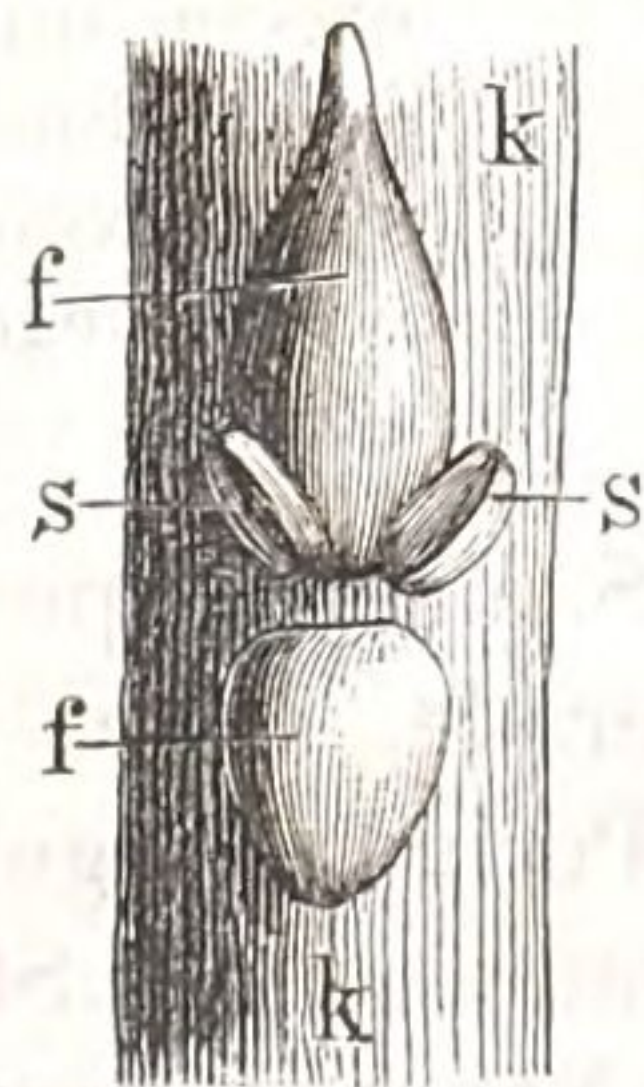


Fig. 191. Stück des Blütenkolbens von *Peperomia* mit einer Blüthe; *f* (unten) deren Deckblatt, *ss* die beiden Staubbeutel, *f* (oben) Fruchtknoten; *k* Oberfläche des Kolbens (vergr.)



Fig. 192. Stück des Stengels von *Urtica urens* mit einem Laubblatt *f*, in dessen Achsel steht der Spross *m*, an dessen Basis ohne Deckblätter die Blütenstände *b* (nat.Gr.).

gon fast immer vorhanden, calicinisch aus fünf oder vier (d. h. zweimal zwei) Blättern bestehend; die Staubfäden stehen (Ausnahme Fam. 5) vor den Perigonblättern. Fruchtknoten oberständig, monomer, einfächerig, meist noch ein rudimentäres zweites Fruchtblatt in Form eines zweiten Griffels vorhanden; Samenknope eine, in verschiedener Lage. Same meist mit Endosperm. — Die Blütenstände stehen bei Fam. 4—3 meist zu zweien an der Basis eines aus der Achsel eines Laubblattes entspringenden, sich verschieden ausbildenden Sprosses, des Mitteltriebes, und sind cymös gebaut (Fig. 192). — Die Blätter besitzen meist eine raue Behaarung.

Fam. 4. *Urticeae*. Samenknope central, aufrecht, gerade. Same mit Endosperm. Meist Kräuter oder Stauden ohne Milchsaft, häufig mit Brennhaaren. Blüten polygam, monöcisch oder diöcisch, in rispenartigen oder knäueelförmigen Blütenständen.

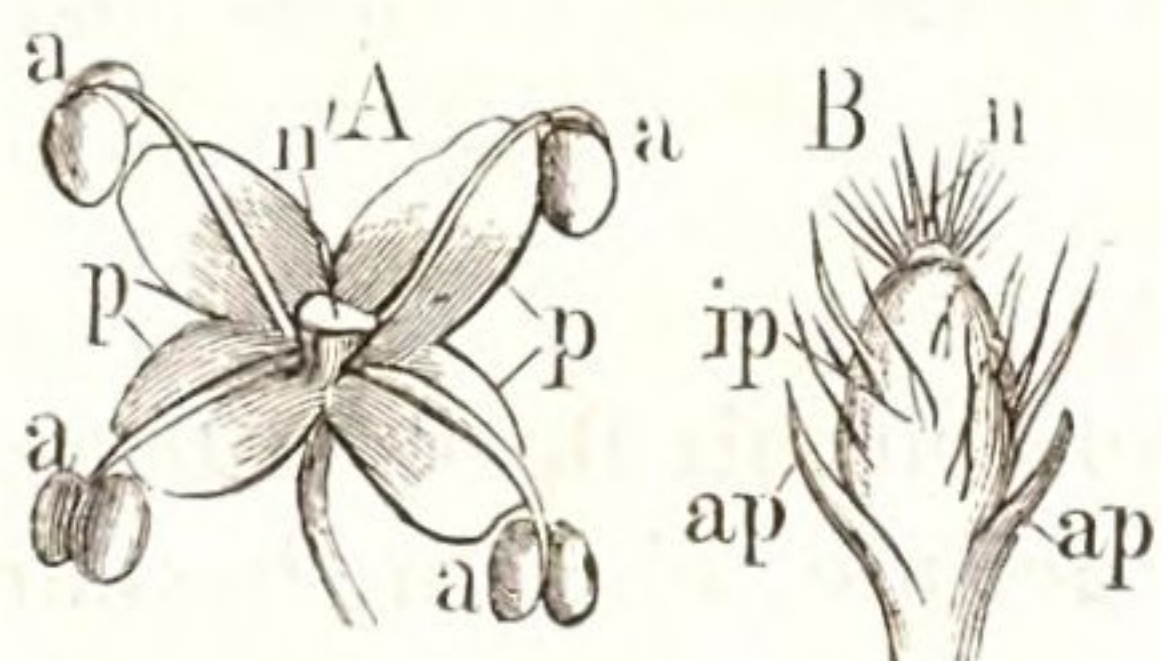


Fig. 193. A männliche, B weibliche Blüte der Brennnessel *Urtica*; p Perigon, a Staubfäden, n' verkümmerter Fruchtknoten der männlichen Blüte; ap äusseres, ip inneres Perigon, n Narbe der weiblichen Blüte (vergr.).

Urtica urens und *dioica*, Brennnessel, bekannt durch die an der ganzen Pflanze vorhandenen Brennhaare. Die zwei inneren Perigonblätter der weiblichen Blüten grösser als die äusseren (Fig. 193 B); bei ersterer sind männliche und weibliche Blüten in einer Rispe vereinigt, der Mitteltrieb der Blütenstände wenig entwickelt; letztere ist diöcisch, mit kräftigen belaubten Mitteltrieben. — *Parietaria erecta*, mit polygamen Blüten, gamophyllem Perigon, ohne Brennhaare, an Wegrändern, Mauern, stellenweise. — *Böhmeria nivea* in China und Japan wird wegen der starken Bastfasern zu Gespinnsten (Ramié) verwendet.

Fam. 2. *Moraceae*. Samenknope wandständig, anatrop oder campylotrop, seltener basilär gerade. Same mit oder ohne Endosperm. Frucht vom fleischig werdenden Perigon umgeben oder in eine fleischige Blütenstandsaxe eingesenkt. Bäume und Sträucher mit Milchsaft, zerstreuter Blattstellung, abfallenden Nebenblättern.

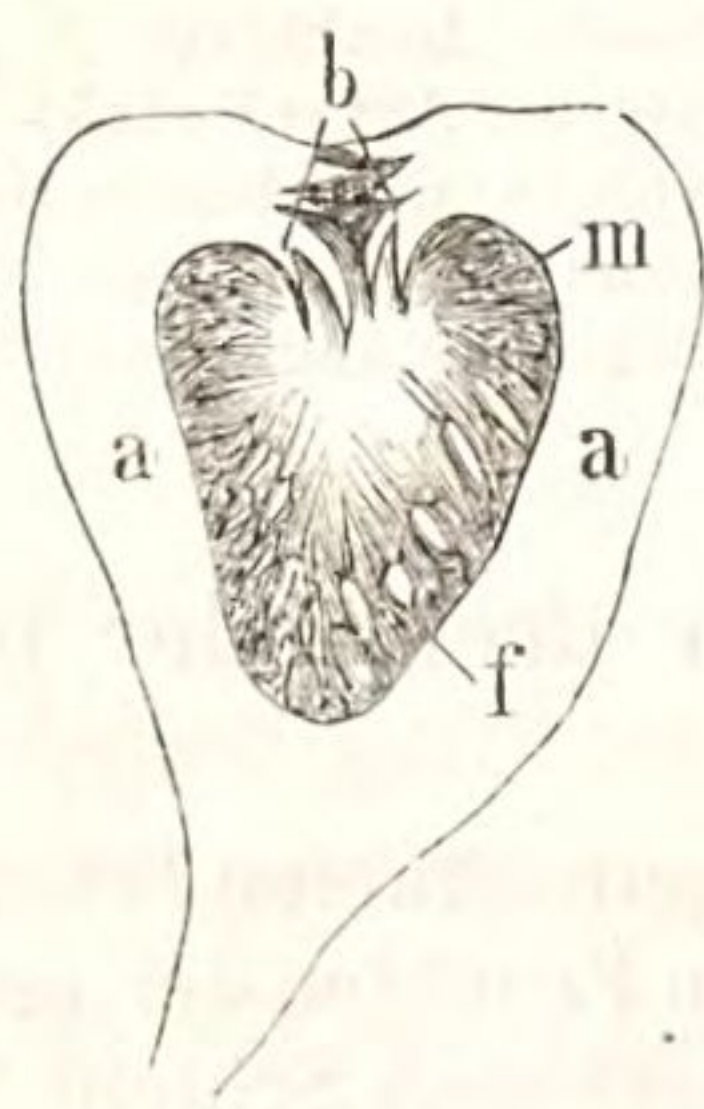


Fig. 194. Längsdurchschnitt der Feige (nat. Gr.), aa die fleischige Axe des Blütenstandes, f die weiblichen, m die männlichen Blüten, b Hochblätter.

Morus alba und *nigra* Maulbeerbaum, aus Asien stammend; die kätzchenförmigen Blütenstände stehen meist nur einzeln an dem zur Blüthezeit noch knospenförmigen Mitteltrieb; sie enthalten nur Blüten von einerlei Geschlecht (aber monöcisch); die weiblichen werden bei der Fruchtreife durch die einander berührenden Perigone zu Scheinbeeren. Die Blätter, namentlich der erstgenannten Art, dienen als Futter der Seidenraupe. — *Broussonetia papyrifera*, Papiermaulbeerbaum, ebenso, nur diöcisch; die Rinde wird in China und Japan zur Papierbereitung verwendet. — *Maclura tinctoria* in Centralamerika liefert Gelbholz. — *Ficus Carica*, Feigenbaum in Südeuropa; die Feige ist die hohle Axe des Blütenstandes, an deren innerer Oberfläche die Blüten (Fig. 194 m, f) und später die Früchte in Form harter Körnchen sitzen; oben ist die Höhlung durch kleine Hochblätter (Fig. 194 b) verschlossen. *F. elastica*, Gummibaum, häufig in Zimmern cultivirt. — *F. religiosa* (bemerkenwerth durch die massenhaften Luftwurzeln) und andere ostindische Arten liefern Kautschuk, der aus dem eingedickten Milchsaft gewonnen wird. — *Artocarpus incisa*, Brodbaum, auf den Süd-

seeinseln; die kopfgrossen Scheinfrüchte (Fruchtstände), werden geröstet und wie Brod gegessen. — *Galactodendron utile*, Kuhbaum in Columbien, mit geniessbarem, *Antiaris toxicaria* in Java mit giftigem Milchsaft.

Officinell: Caricae, die Fruchtstände von *Ficus Carica* (Südeuropa).

Fam. 3. Cannabineae. Samenknospe hängend, campylotrop. Blüten diöcisch, in rispigen Blütenständen. Die männlichen Blüten (Fig. 195 A) mit fünftheiligem Perigon und fünf kurzen Staubfäden. Die weiblichen Blüten mit röhrigem ungetheiltem Perigon (Fig. 195 B, p) vom Deckblatt (Fig. 195 B, d) eingehüllt. Kräuter mit decussirten (wenigstens unteren) Blättern und bleibenden Nebenblättern, ohne Milchsaft.

Cannabis sativa, Hanf, stammt aus Asien, bei uns cultivirt. Die männlichen Inflorescenzen sind rispenartige Dichasien und Wickeln und stehen beiderseits des am Gipfel der Pflanze nur rudimentären Mitteltriebs; die weiblichen Blüten stehen einzeln zu beiden Seiten des Mitteltriebs, der in seinen weiteren Blattachsen immer wieder Mitteltriebe mit je zwei Blüten erzeugt. Die starken Bastfasern werden zu Gespinnsten verwendet; die Früchte enthalten viel Oel. — *Humulus Lupulus*, Hopfen, cultivirt und wild. Der rechtswindende Stengel trägt Blattpaare mit zwei Nebenblattpaaren. In der Hochblattregion stehen die Blätter einzeln und sind zuletzt nur noch auf ihre Nebenblätter reducirt. Im weiblichen Gesamtblütenstand, der das Aussehen eines Zapfens besitzt, steht in der Achsel eines jeden Nebenblattpaares ein rudimentärer Mitteltrieb mit jederseits zwei Blüten; so entsteht der Schein als würden in der Achsel jeder einzelnen Schuppe (Nebenblattes) zwei Blüten stehen (Fig. 195 B). Alle Hochblätter sind besonders oberseits mit zahlreichen gelben Drüsen besetzt. In den männlichen Gesamtblütenständen entwickelt sich der auch weiterhin blüthentragende Mitteltrieb stärker als die beiden Blüthenzweige an seiner Basis.

Officinell: Fructus Cannabis, die Früchte der bei uns cultivirten *Cannabis sativa*; Herba Cannabis indicae, das Kraut der in Indien wachsenden Pflanze; Strobili Lupuli, die Fruchtstände von *Humulus Lupulus*, und Glandulae Lupuli die davon abgenommenen Drüsen.

Fam. 4. Ulmaceae. Eine hängende Samenknospe. Blüten meist zwittrig mit vier- bis sechsspaltigem Perigon (Fig. 196 A). Holzpflanzen ohne Milchsaft mit abfallenden Nebenblättern. Die Blüten oder kleine cymöse Blütenstände stehen hier direct in den Blattachsen, nicht seitlich an einem Mitteltrieb.

Bei *Ulmus* Ulme, Rüster, stehen die zwittrigen Blüten in Knäueln, von Knospenschuppen umgeben in den Blattachsen vorjähriger Blätter; in der Achsel der inneren dieser Knospenschuppen steht eine oder mehrere Blüten; diese entfalten sich schon vor dem Laubausbruche. Die Frucht ist eine von einem breiten Flügelsaum umgebene Schliessfrucht (Fig. 196 B). Die Blätter stehen zweizeilig, sind stets unsymmetrisch,

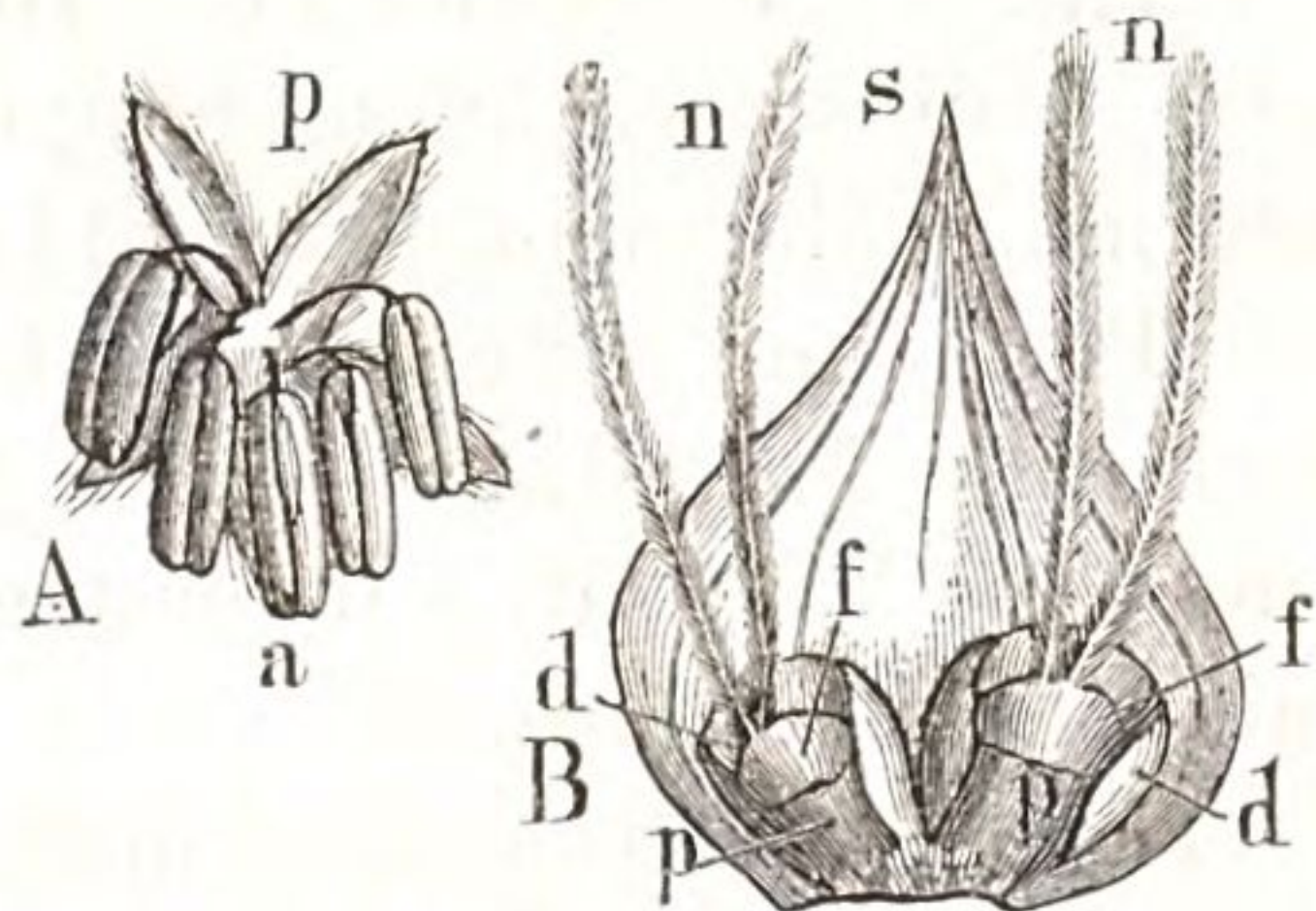


Fig. 195. A männliche Blüthe des Hopfens, p Perigon, a die Staubfäden. B weibliche Blüten derselben Pflanze, p deren Perigon, f der Fruchtknoten mit je zwei Narben n; jede Blüthe wird von ihrem Deckblatt d umfasst; s die Schuppe, d. h. das eine der beiden Nebenblätter, aus deren gemeinsamer Achsel der blüthentragende Zweig entspringt (vergr.).

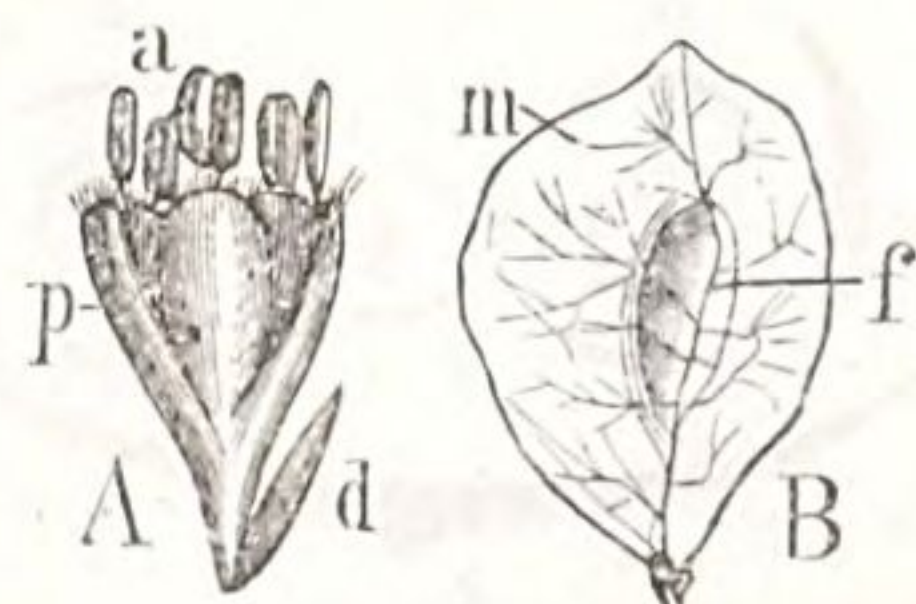


Fig. 196. A Blüthe, B Frucht von *Ulmus montana*, d Deckblatt, p Perigon, a Staubfäden; f die Frucht, m deren Flügelsaum (A vergr. B nat. Gr.).

die Jahrestriebe ohne Gipfelknospe, daher ihre Aneinanderreihung sympodial. In Deutschland sind drei Arten von *Ulmus* einheimisch: *U. campestris* Feldulme (besonders im Süden) mit dünnen Zweigen, gestielten, gekerbt gesägten Blättern und excentrischem, vorne schmalerem Saum der Frucht; *U. montana* Bergulme, (im mittleren und nördlichen Deutschland die häufigste) mit dicken Zweigen, sehr kurz gestielten, unten rauhaarigen, doppeltgesägten Blättern und concentrischem Saum der Frucht; *U. effusa* Flatterulme mit dünnen Zweigen, spitzen Winterknospen, gestielten unterseits weichhaarigen doppeltgesägten Blättern, langgestielten Blüten, ringsum gewimpertem Saum der Frucht. — *Celtis australis* aus Südeuropa und *C. occidentalis* aus Nordamerika, Zürgelbaum, zuweilen als Zierbaum cultivirt mit polygamen, einzeln oder zu mehreren in den Achseln der unsymmetrischen zugespitzten Laubblätter stehenden Blüten und Steinfrucht.

Fam. 5. *Platanaceae*. Die diklinischen Blüten stehen zu Knäueln vereinigt, diese seitlich an hängenden Zweigen. In den männlichen Knäueln findet man zahlreiche Staubfäden nebst Schüppchen, welche wohl die einzelnen Perigone vorstellen; in den weiblichen zwischen ähnlichen Schuppen einfächerige Fruchtknoten mit je einer hängenden geraden Samenknospe. Bäume ohne Milchsaft mit zerstreutgestellten Blättern und bleibenden tutenförmigen Nebenblättern.

Platanus occidentalis mit dreilappigen Blättern aus Nordamerika und *P. orientalis* mit meist fünflappigen an der Basis oft keilförmigen Blättern aus dem Orient, häufig cultivirt (besonders erstere). Auffallend ist ihre glatte in Blättern sich ablösende Borke. Von den in der Blattgestalt ähnlichen Ahornen ist die Platane an der zerstreuten Blattstellung (abgesehen vom ganz verschiedenen Blütenbau) sofort zu unterscheiden.

Fam. 6. *Ceratophylleae*. Wasserpflanzen von sehr zweifelhafter systematischer Stellung. Die doppelt gabelspaltigen Blätter stehen in Quirlen; in einzelnen Blattachsen finden sich die diklinischen monöcischen Blüten, die männlichen mit 6—12 Perigonblättern und eben so viel Staubfäden, die weiblichen mit ähnlichem Perigon und einem einfächerigen Fruchtknoten mit einer hängenden geraden Samenknospe.

Ceratophyllum demersum und *submersum* leben unter der Oberfläche des Wassers.

Ordnung 3. *Amentaceae*.

Blüten stets diklinisch meist monöcisch, in meist kätzchenartigen Blütenständen. Perigon, wenn vorhanden aus fünf, vier (d. h. zweimal zwei)

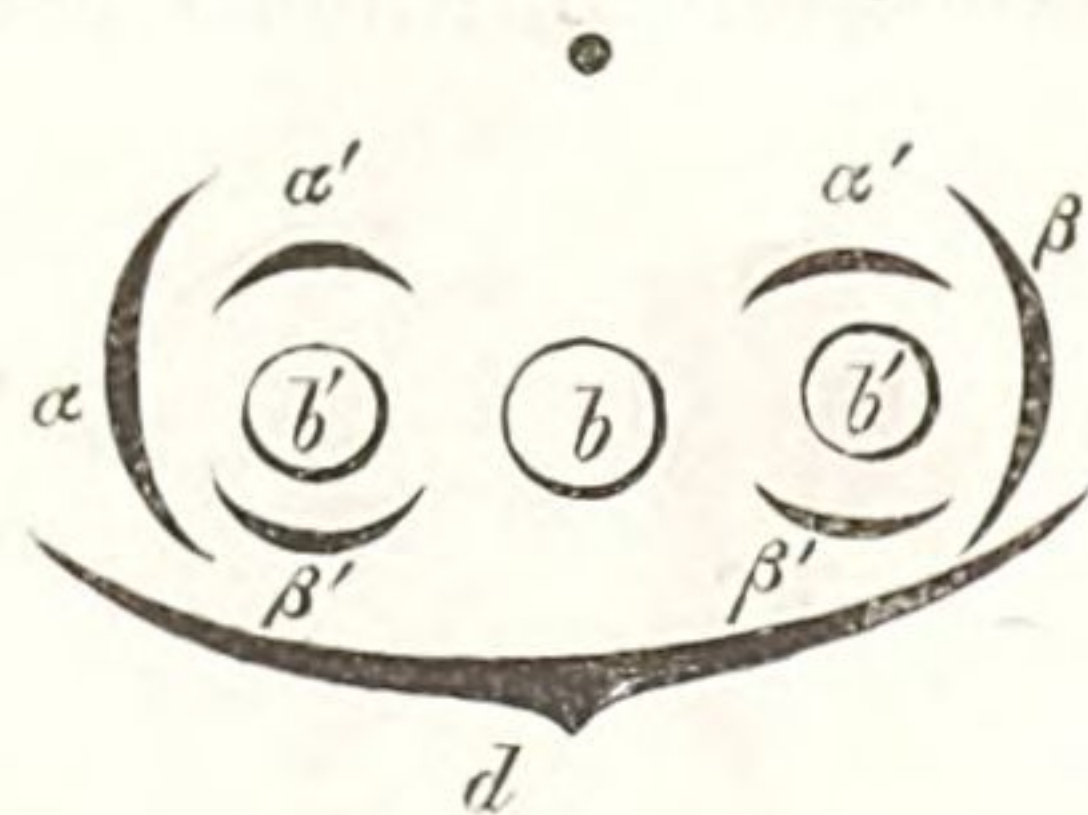


Fig. 197. Diagramm der Blütengruppen der eigentlichen Amentaceen, *d* Deckschuppe, *b* die Mittelblüte mit den Vorblättern α und β , *b'* *b'* die beiden Seitenblüten mit den Vorblättern α' und β' .

oder sechs (d. h. zweimal drei) calicinischen Blättern bestehend; die Staubfäden meist vor den Perigonblättern. Fruchtknoten meist unterständig, di- oder trimer mit mehreren Samenknospen; die Frucht (Ausnahme Fam. 7) durch Fehlschlagen eine einsamige Schliessfrucht; Same ohne Endosperm. Die Blüten mit Vorblättern versehen, welche oft zu Umhüllungen der Frucht werden; bei Fam. 4—3 folgt ihre Anordnung folgendem Typus: in der Achsel der Deckschuppe (welche spiralig an der Kätzchen-

axe stehen) und dieser aufgewachsen steht eine Blüte mit zwei Vorblättern

α und β ; in deren Achsel je wieder eine Blüte mit den Vorblättern α_1 und β_1 (Fig. 197). — Bäume und Sträucher.

Fam. 1. *Betulaceae*. Beiderlei Blüten in eingeschlechtigen Kätzchen, monöcisch. Weibliche Blüten ohne Perigon; Fruchtknoten zweifächerig mit zwei Samenknospen; einsamige Schliessfrucht ohne Hülle; die Deckschuppe verwächst mit den zwei oder vier Vorblättern (die Vorblätter α_1 fehlen stets) zu einer drei- oder fünflippigen Schuppe, welche mit der Frucht nicht zusammenhängt.

Alnus, Erle. In den männlichen Kätzchen auf der Deckschuppe die drei Blüten mit vier Vorblättern, jede Blüte mit vier Perigonblättern und vier ungetheilten Staubfäden; in den weiblichen fehlt die Mittelblüte auf jeder Deckschuppe; die vier Vorblätter (Fig. 198 B, *v*) verwachsen mit der Deckschuppe (*s*) zu einer fünflippigen holzigen Schuppe, die nach dem Abfallen der ungeflügelten Früchte an der Kätzchenspindel stehen bleibt. Die männlichen Kätzchen stehen am Ende, die weiblichen auf dem obersten Seitenzweig der vorjährigen Triebe, überwintern beide frei ohne von Knospenschuppen eingeschlossen zu sein und blühen vor dem Laubausbruch. Die Blätter stehen meist nach $\frac{1}{3}$; bei *A. incana* der Weiss-Erle (meist an hartem Wasser), sind sie spitz, unterseits grau, bei *A. glutinosa* der Schwarz-Erle (meist an weichem Wasser), stumpf, oft ausgerandet, unterseits heller grün. — Bei *Alnus viridis*, der Berg-Erle (Strauch der Alpen) überwintern nur die männlichen Kätzchen nackt.

Betula, Birke. In beiderlei Kätzchen sind die drei Blüten nur mit den Vorblättern α und β entwickelt; in den männlichen Blüten ist das Perigon meist unvollständig und nur zwei Staubfäden entwickelt, diese aber tief zweispaltig; in den weiblichen Kätzchen verwachsen die beiden Vorblätter mit der Deckschuppe zu einer dreilappigen Schuppe, die mit den ringsgeflügelten Früchten abfällt. Nur die männlichen Kätzchen überwintern nackt an der Spitze vorjähriger Triebe; die weiblichen stehen auf der Spitze seitlicher Kurztriebe mit wenigen Laubblättern in der Winterknospe eingeschlossen; daher Blüthezeit erst nach der Belaubung; die Jahrestriebe sympodial verbunden, Blätter spiralig. — *B. verrucosa* mit weissen Drüsen an den jungen Trieben und Blättern; *B. pubescens* ohne Drüsen mit behaarten Trieben, meist im Norden; ausserdem *B. fruticosa* und *B. nana*, kleine Sträucher des Nordens.

Fam. 2. *Corylaceae*. Beiderlei Blüten in eingeschlechtigen Kätzchen, monöcisch. Perigon der männlichen Blüten fehlend, der weiblichen vorhanden, aber rudimentär. Fruchtknoten zweifächerig mit zwei Samenknospen; einsamige Schliessfrucht. Deckschuppen der weiblichen Kätzchen zweiblühig (ohne Mittelblüte); jede Frucht umgeben von einer blattartigen Hülle, welche entsteht aus den drei Vorblättern ($\alpha \alpha_1 \beta_1$ beziehungsweise $\beta \alpha_1 \beta_1$) jeder Seite. In den männlichen Kätzchen nur die Mittelblüte entwickelt; Staubfäden bis zum Grunde getheilt.

Bei *Corylus*, Hasel, sieht das weibliche Kätzchen einer Knospe ähnlich, da die äusseren sterilen Deckschuppen den Knospenschuppen gleich gebaut sind (Fig. 199 B);

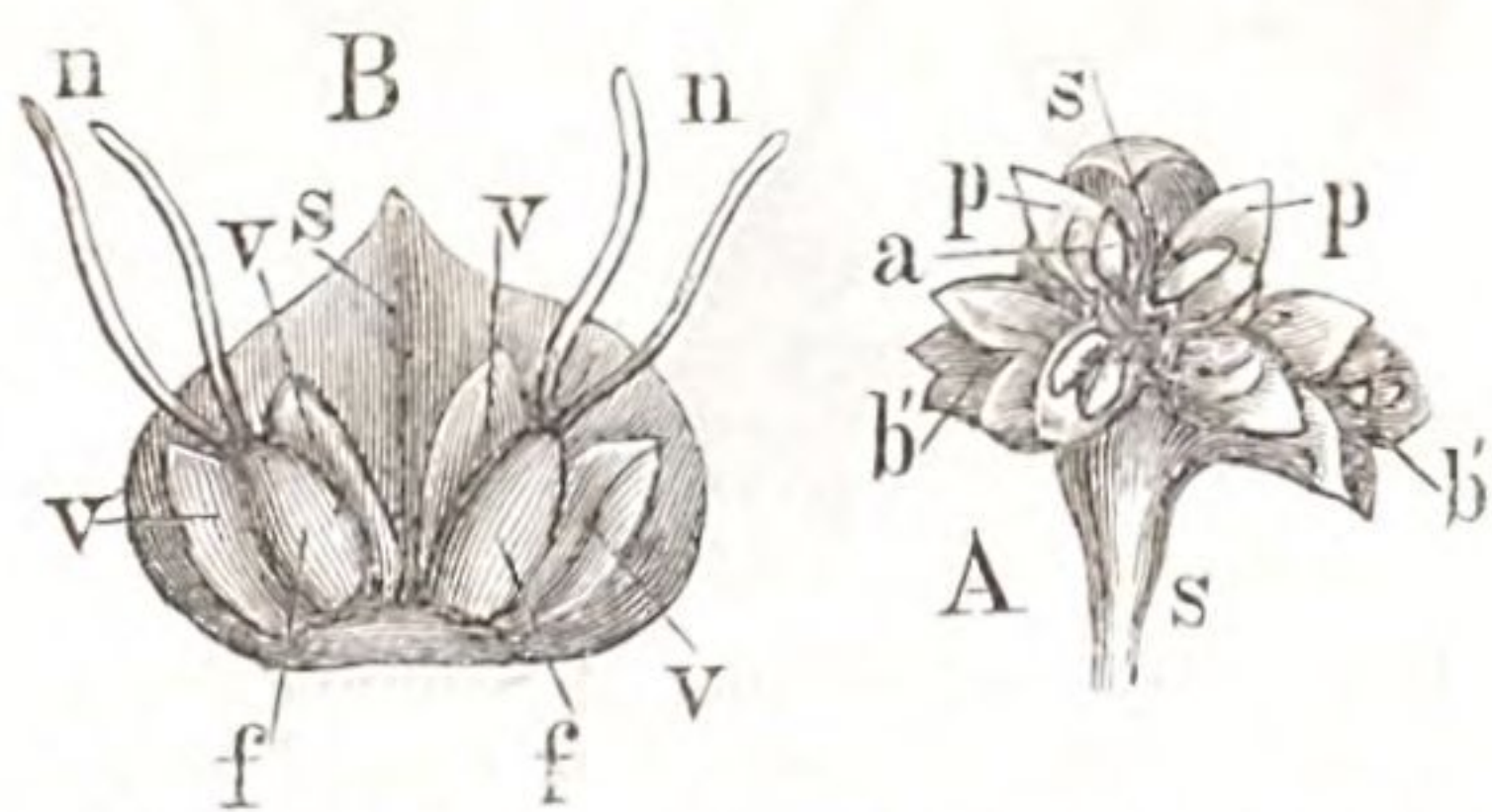


Fig. 198. A Schuppe des männlichen Kätzchens von *Alnus incana*; mit der Schuppe *s* ist ihr Achselspross verwachsen, welcher vier kleine Hochblätter und drei Blüten trägt; davon sind zwei (*b' b'*) von der Seite sichtbar, die mittlere von oben, *p* Perigon, *a* Staubfäden. B Schuppe (*s*) des weiblichen Kätzchens derselben Pflanze; ihr Achselspross trägt zwei Zweige, jeder davon zwei Vorblätter *vv*, und eine Blüte; *f* deren Fruchtknoten, *n* die Narben (vergrössert und schematisirt).

oben ragen die rothen Narben heraus; die Hülle der Frucht unregelmässig zerschlitzt; auf der Frucht, der Haselnuss, ein kleines Spitzchen als Rest des Perigons. Die Deck-

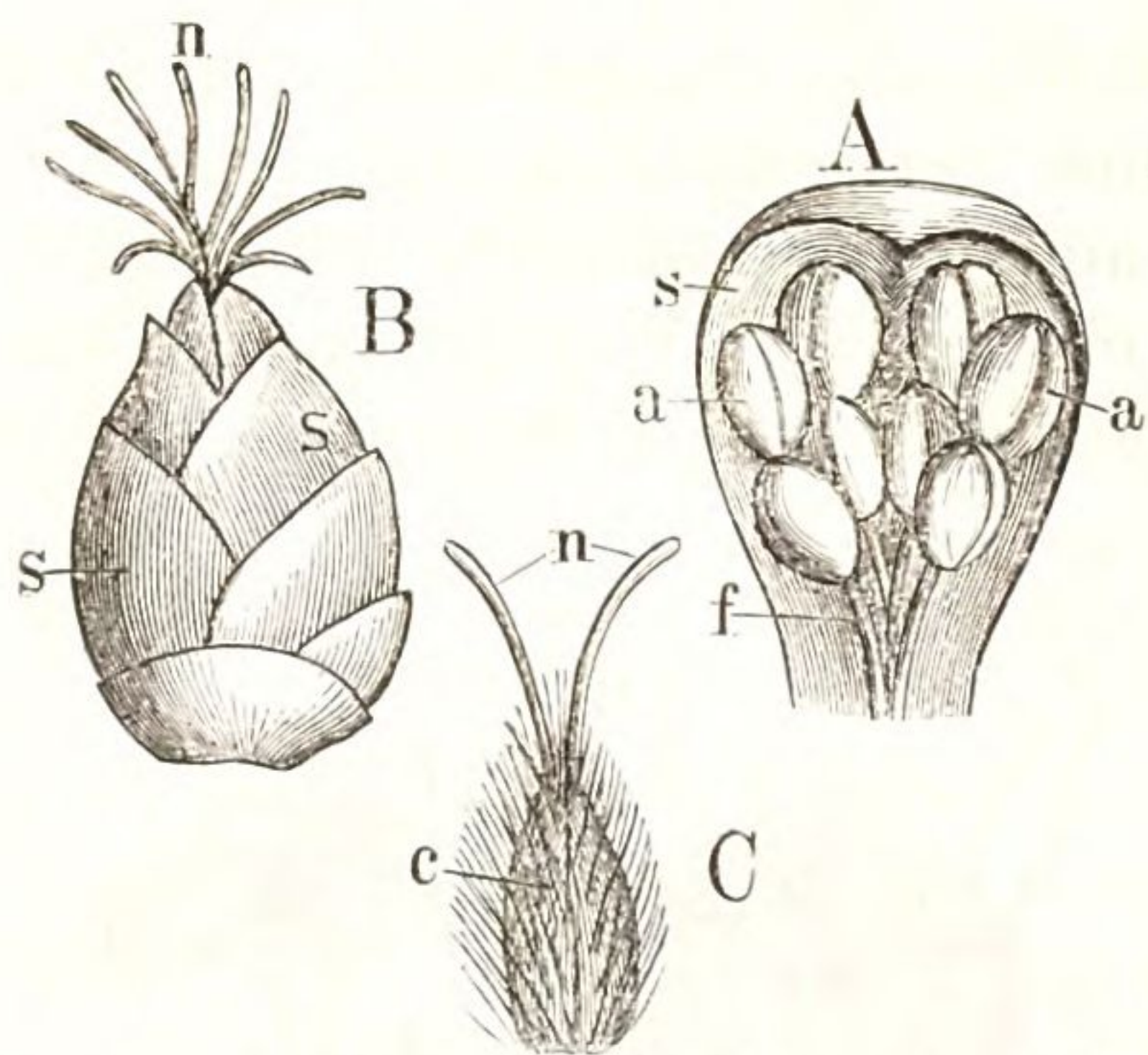


Fig. 199. *Corylus Avellana*. A Schuppe des männlichen Kätzchens (s) mit den darauf stehenden Staubfäden *f* und Antheren *a*. B weibliches Kätzchen; die unteren Schuppen *s* tragen keine Blüten; oben ragen die Narben *n* vor; C eine einzelne weibliche Blüthe, umgeben von der Hülle *c*, mit zwei Narben *n* (vergrössert und schematisirt).

schuppen der männlichen Kätzchen tragen zwei Vorblätter α und β und vier bis zum Grunde getheilte (daher scheinbar acht) Staubfäden (Fig. 199 A). Beiderlei Kätzchen stehen in der Achsel vorjähriger Blätter und überwintern frei; Blüthe bekanntlich vor dem Laubausbruch. Blätter zweizeilig. C. *Avellana*, die gemeine Haselnuss; C. *tubulosa* besonders mit rothen Blättern (Bluthasel) als Ziergestrauch cultivirt.

Bei *Carpinus*, Hain- oder Weissbuche, ist die Hülle der Frucht dreilappig, die Frucht gerippt und mit einem Krönchen (dem Perigon versehen). Die Deckschuppen des männlichen Kätzchens tragen ohne Vorblätter 4—10 tiefgespaltene Staubfäden. Beiderlei Kätzchen stehen auf der Spitze diesjähriger beblätterter Kurztriebe, daher Blüthezeit erst nach der Belaubung. Blätter zweizeilig, Jahrestriebe sympodial verbunden. — C. *Betulus* mit

unregelmässig wachsendem Stamme, gesägten Blättern, die längs der Seitennerven gefaltet sind. — Bei *Ostrya*, Hopfenbuche in Südeuropa ist die Fruchthülle zu einem nur oben offenen Schlauch verwachsen.

Fam. 3. Cupuliferae. Monöcisch; alle Blüten mit Perigon, dieses meist fünf- oder sechsblättrig; Fruchtknoten dreifächerig mit je 2 Samenknospen; die einsamige Schliessfrucht umgeben von einer mächtigen Hülle, der Cupula, welche wahrscheinlich durch Verwachsung der vier Vorblätter $\alpha_1 \beta_1 \alpha_1 \beta_1$ entsteht, und stets mit Schuppen, Stacheln oder ähnlichen Bildungen besetzt ist. Staubfäden ungetheilt.

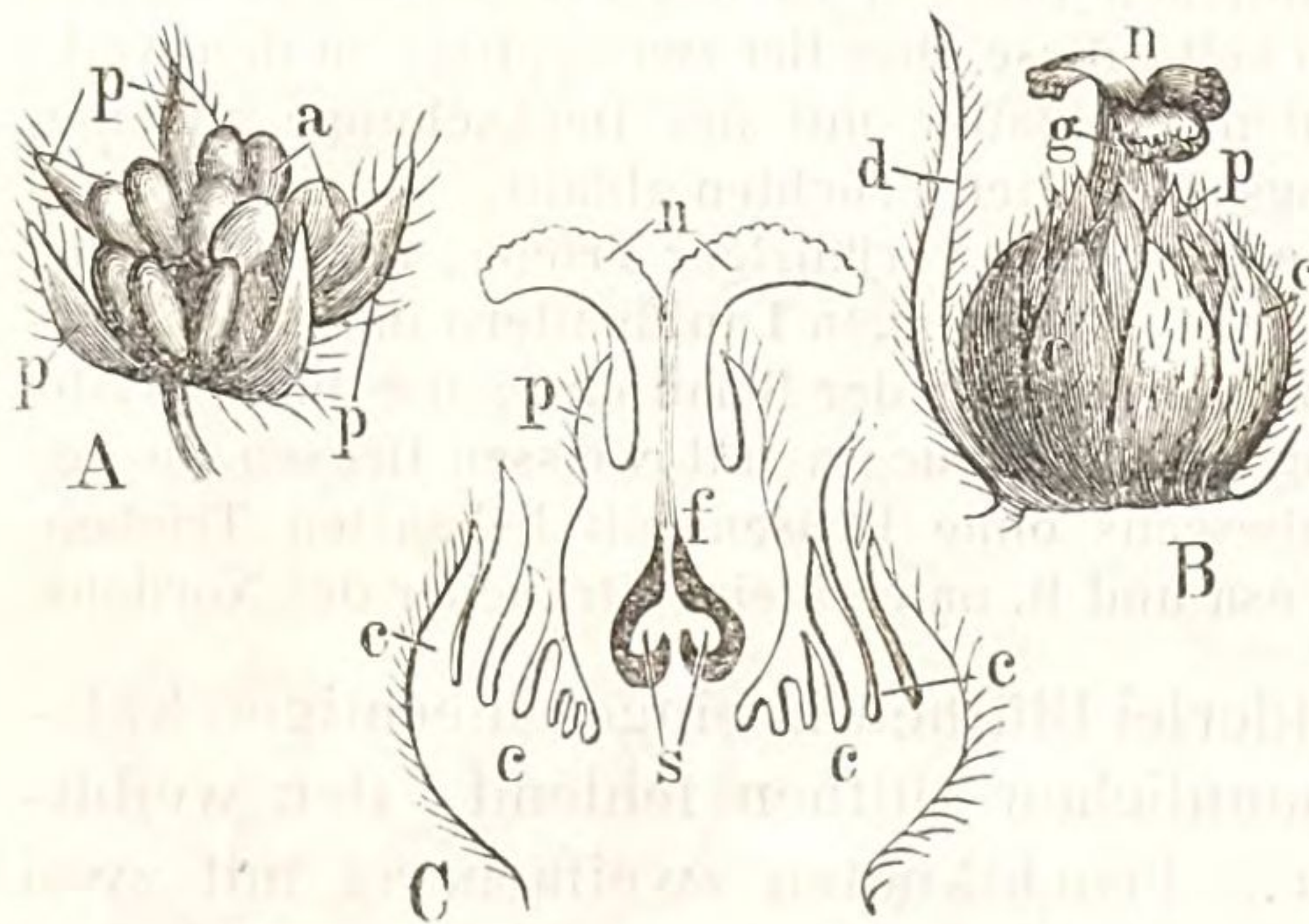


Fig. 200. *Quercus pedunculata*. A männliche Blüthe (vergr.); *p* Perigon, *a* Staubfäden. B weibliche Blüthe (vergr.); *d* Deckblatt, *c* Cupula, *p* das oberständige Perigon, *g* Griffel, *n* Narben. C dieselbe stärker vergrössert im Längsdurchschnitt, *f* Fruchtknoten, *s* Samenknospen.

Bei *Quercus*, Eiche, sind die männlichen Kätzchen locker; jede Deckschuppe trägt nur eine Blüthe ohne Vorblätter, mit 5—7 blättrigem Perigon und ebensoviel davorstehenden oder mehr Staubfäden (Fig. 200 A); die Deckschuppen der weiblichen Kätzchen tragen nur je eine (Mittel-) Blüthe; die mit schuppenförmigen Anhangsgebilden versehene Cupula umgibt daher nur eine einzige Blüthe, resp. Frucht, und bildet an deren Basis nur das bekannte Näpfchen. Die Blätter stehen nach $\frac{2}{5}$ gegen die Spitze

des Jahrestriebes gedrängt, dieser entwickelt stets einen Gipfeltrieb. Die männlichen Kätzchen stehen in der Achsel der obersten Knospenschuppen (Nebenblattpaare) an diessjährigen sowohl Lang- als Kurztrieben; die weiblichen in der

Achsel von Laubblättern der Gipfeltriebe; Blüthezeit kurz nach dem Laubausbruch. Die Cotyledonen bleiben bei der Keimung von der Fruchtschale umschlossen. — Bei uns kommen zwei Arten vor: *Qu. pedunculata*, Stiel- oder Sommerche mit gestreckten weiblichen Kätzchen, deren Früchte also durch lange Strecken der Kätzchen- spindel von einander getrennt sind; die fiederförmig buchtig gelappten Blätter kurzgestielt mit an der Basis wellig eingezogener Spreite. *Qu. sessiliflora*, Trauben- oder Winterche mit gedrunghenen weiblichen Kätzchen, deren Früchte also in einem Knäuel beisammen stehen; die ähnlich gestalteten Blätter sind länger gestielt mit keilförmiger Basis der Spreite. — *Qu. Suber*, Korkeiche, in Südeuropa, liefert den Kork. — Zahlreiche Arten in Nordamerica.

Bei *Fagus*, Buche, haben beiderlei Kätzchen die Form gestielter Köpfchen; in den männlichen stehen die Blüthen mit 4—7 Perigonblättern und 8—12 Staubfäden dichtgedrängt. Der weibliche Blütenstand besteht aus nur zwei Blüthen, die von einer gemeinsamen Cupula und vier zarten Blättchen umgeben werden. Die Cupula ist mit derben Haaren besetzt und springt bei der Reife vierklappig auf, um die beiden dreikantigen Früchte zu entlassen, welche auf der Spitze einen pinselförmigen Rest des Perigons tragen. Die weiblichen Blütenstände stehen auf aufrechtem Stiel in der Achsel je eines Laubblattes an den diessjährigen Gipfeltrieben, die männlichen Kätzchen mit hängenden Stielen in den unteren Blattachseln der Triebe. Blätter zweizeilig, auf der Zweigunterseite einander genähert, die Achselknospen oben genähert, die Winterknospen lang, spitz. Die Cotyledonen entfalten sich bei der Keimung. *Fagus silvatica*, Rothbuche; eine Varietät mit rothen Blättern, Blutbuche, häufig cultivirt.

Bei *Castanea*, Edelkastanie, tragen einzelne Kätzchen im unteren Theile weibliche, im oberen männliche Blüthen, andere nur männliche. Vor jeder Deckschuppe stehen hier meist 7 männliche oder 3 weibliche Blüthen, letztere umgeben von den Vorblättern α und β und der aus den anderen vier Vorblättern gebildeten Cupula, die bei der Reife zahlreiche stachelige Anhängsel erhält, die Früchte bis zur Reife völlig einschliesst und dann vierklappig aufspringt. Beiderlei Kätzchen stehen in den Blattachseln diessjähriger Triebe, die gemischten der Spitze näher; die Blattstellung an kräftigen Trieben spiralig, an schwächeren Seitenzweigen zweizeilig. — *C. vulgaris*, aus Südeuropa mit ungetheilten, gezähnten Blättern.

Officinell: Cortex und Semen Quercus, Rinde und Samen von *Quercus pedunculata* und *sessiliflora*; *Gallae halepenses*, die durch den Stich eines Insectes zu Gallen umgewandelten Knospen von *Quercus infectoria* in Kleinasien.

Fam. 4. *Juglandaceae*. Blüthen monöcisch; beiderlei Blüthen in eingeschlechtigen Kätzchen. Jede Deckschuppe trägt eine Blüthe mit zwei Vorblättern; Fruchtknoten unterständig, dimer mit einer aufrechten geraden Samenknospe. Die männlichen Blüthen meist der Deckschuppe aufgewachsen (Fig. 201 A) mit oder ohne Perigon und unbestimmter Anzahl von Staubfäden. Frucht eine Steinfrucht. Blätter gefiedert, nebst den Blüthen aromatisch.

Bei *Juglans* stehen die weiblichen Kätzchen am Ende blattloser Seitensprosse am vorjährigen Trieb, die weiblichen wenigblüthigen bilden das Ende diessjähriger belaubter Sprosse. Die Vorblätter der weiblichen Blüthe (Fig. 201 B) sind am Fruchtknoten hinaufgewachsen. Der saftige Theil der Fruchtwand ist nur dünn und springt unregelmässig auf; die harte Steinschale öffnet sich beim Keimen (sowie künstlich) in

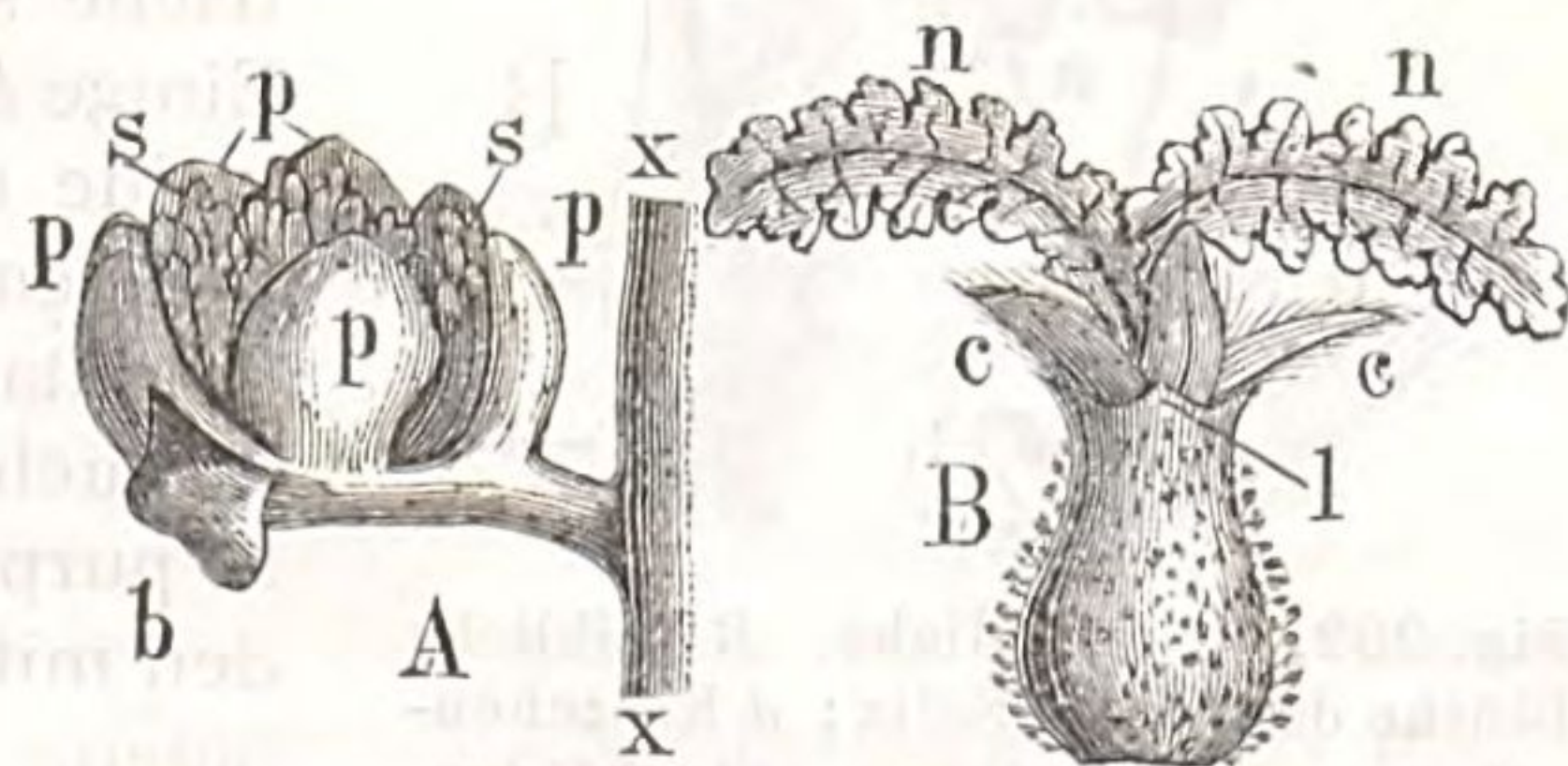


Fig. 201. A Schuppe des männlichen Kätzchens (b) von *Juglans nigra*, mit aufgewachsener Blüthe; p Perigon und Vorblätter, s Staubfäden, x Kätzchen- spindel. B weibliche Blüthe derselben Pflanze, l Vorblätter, c Perigon, n Narben (vergr.).

der Mittellinie der beiden Fruchtblätter und zeigt innen die eingeschlagenen Ränder der Fruchtblätter in Form einer von unten heraufragenden unvollständigen Scheidewand, welche zwischen die beiden Cotyledonen des sehr unebenen, von der dünnen Samenschale eng umschlossenen Embryos eingreift. *J. regia*, Wallnussbaum aus Südeuropa; in Nordamerika *J. cinerea* und *nigra*, *Carya* in mehreren Arten, Hickory mit sehr hartem Holze.

Officinell: *Folia* und *Cortex Fructus Juglandis*, Blätter und Mesocarp von *Juglans regia*.

Fam. 5. *Myricaceae*. Sträucher oder Bäume, deren diklinische zuweilen diöcische Blüthen in Kätzchen stehen, ein schuppenförmiges oder kein Perigon besitzen; Fruchtknoten dimer einfächerig mit aufrechter gerader Samenknospe.

Myrica Gale kleiner Strauch in Torfmooren; *M. cerifera* in Nordamerika scheidet auf den Früchten viel Wachs ab.

Fam. 6. *Casuarineae*. Bäume vom Ansehen der Schachtelhalme mit langen gerieften Internodien und zu einer gezähnten Scheide verwachsenen Blättern. Die Blüthen in eingeschlechtigen Kätzchen, die männlichen aus einem einzigen Staubgefäss und zwei Perigonblättern, die weiblichen aus einem einfächerigen Fruchtknoten bestehend, umgeben von zwei Vorblättern, die bei der Reife hart und holzig werden und das ganze Kätzchen einem Coniferenzapfen ähnlich machen.

Casuarina, in mehreren Arten in Neuholland.

Fam. 7. *Salicineae*. Diöcisch; die Blüthen in Kätzchen, deren Schuppen in den Achseln unmittelbar ohne Vorblätter die Blüthen tragen. Perigon durch Honigdrüsen oder eine schüsselförmige Ausbreitung angedeutet. Fruchtknoten oberständig, dimer, einfächerig mit zahlreichen wandständigen Samenknospen. Die Frucht öffnet sich loculicid und entlässt die mit einem Haarschopf an der Basis versehenen Samen. Die Kätzchen stehen auf der Spitze von seitlichen Kurztrieben, welche vorher Niederblätter oder auch wenige Laubblätter tragen.

Salix Weide, mit ganzen Kätzchenschuppen, einer oder zwei Honigdrüsen, meist zwei Staubfäden, stets ungetheilten, kurzgestielten Blättern und nur einer (aus zweien verwachsenen) Knospenschuppe der Winterknospen.

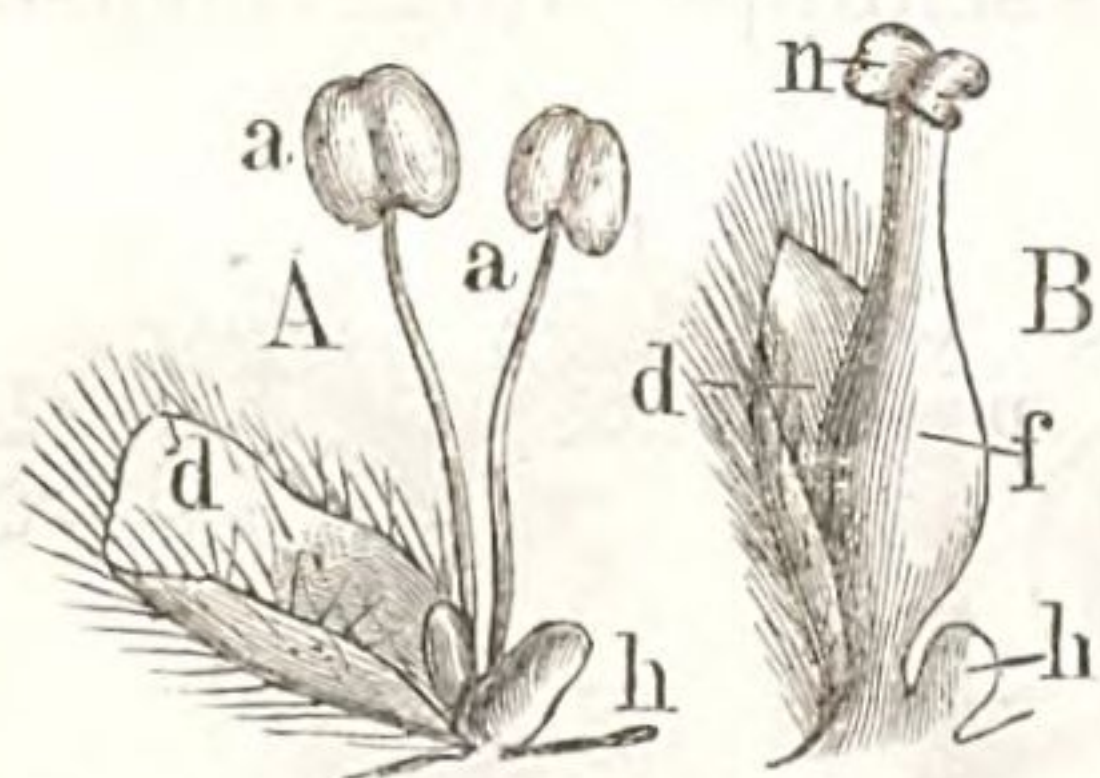


Fig. 202. A männliche, B weibliche Blüthe der Weide *Salix*; d Kätzchenschuppe, h Honigdrüse, a Staubfäden, f Fruchtknoten, n Narben (vergr.).

Die den ganzen Sommer über fortwachsenden Langtriebe sterben von der Spitze herein alljährlich ab. Einige Arten, wie *S. alba*, *fragilis*, *babylonica* Trauerweide mit hängenden Zweigen werden baumartig, die meisten bleiben stets strauchförmig, einige wie *S. reticulata*, *retusa*, *herbacea* sind winzige niederliegende Sträuchlein der Alpen und des hohen Nordens. Bei *S. purpurea* und *S. incana* sind die beiden Staubfäden mit einander verwachsen; *S. triandra* hat 3 Staubfäden. Die meisten Arten wachsen an Flussufern, *S. Caprea*, *aurita* mehr in Wäldern, *S. repens* u. a. auf Mooren.

Populus Pappel mit gezähnten oder zertheilten Kätzchenschuppen, einem schüsselförmigen Perigon, zahlreichen (4—30) Staubfäden, langgestielten oft gelappten Blättern und mehreren Knospenschuppen der Winterknospen; die Langtriebe mit Endknospe. Bei der Untergattung *Leuce* sind die jungen Triebe und Knospen nicht klebrig, meist behaart, die Kätzchenschuppen lang behaart, die männlichen Blüthen

mit meist nur 4—8 Staubfäden, die Narben armförmig getheilt. Hieher *P. alba* Silberpappel mit unterseits schneeweissfilzigen, am Langtrieb fünflappigen Blättern; *P. tremula*, Aspe, Zitterpappel mit kahlen ausgeschweift gezähnten Blättern, seitlich zusammengedrücktem, daher im Winde so leicht beweglichem Blattstiel. Bei der Untergattung *Aigeiros* sind die jungen Triebe und Knospen klebrig, kahl, die Kätzchen schuppen kahl, Staubfäden meist 15—30, Narben ganz oder gelappt; hieher *P. nigra* Schwarzpappel und eine Varietät mit aufrechten Aesten, italienische oder Pyramidenpappel, letztere fast nur in männlichen Individuen cultivirt.

Officinell: *Gemmae Populi*, die Laubknospen von *Populus nigra* u. a.; früher auch *Cortex Salicis* von *S. fragilis* und *pentandra*.

II. Unterklasse. Monochlamydeae.

Die Blüten sind mit einfachem, nicht in Kelch und Krone gesondertem Perigon versehen meist ansehnlich, nicht zu Kätzchen oder ähnlichen Blütenständen vereinigt. Fruchtknoten meist unterständig. — Die hieher zusammengefassten Familien sind alle von zweifelhafter Verwandtschaft und es ist daher diese Unterklasse nur provisorisch, und wegen des einfachen Baues der Blüten hier eingereiht worden.

Ordnung 4. Serpentariae.

Fam. *Aristolochieae*. Blüten zwittrig; Perigon corollinisch, aus drei Blättern verwachsen, Staubfäden sechs oder zwölf; Fruchtknoten unterständig sechsfächerig; die Samenknospen in Längsreihen in den inneren Ecken der Fächer. Embryo klein, in der Mitte des Endosperms. Kletternde oder kriechende Pflanzen mit grossen Laubblättern.

Bei *Asarum* sind die drei Zipfel des Perigons einander gleich, die 12 Staubfäden mit verlängertem Connectiv sind frei (Fig. 203). Die Jahrestriebe des kriechenden Stammes tragen 4 Schuppenblätter und zwei gestielte, nierenförmige Laubblätter und schliessen mit einer Blüthe ab; die Seitenzweige entspringen aus der Achsel des oberen Laubblattes und der Niederblätter.

Bei *Aristolochia* (s. Fig. 154 S. 173) ist das Perigon häufig in eine einseitige Zunge ausgebreitet, die 6 sitzenden Antheren sind mit dem Griffel zu einer Säule verwachsen; die Blüten stehen bei *A. Clematidis* (hie und da in Weinbergen, an Wegrändern) zu mehreren in den Blattachseln, bei *A. Siphon* (häufig cultivirte Schlingpflanze) zu zweien nebst einem Laubtrieb übereinander in einer Blattachsel des vorjährigen Triebes.

Officinell: *Radix Asari*, der kriechende Stamm nebst den Wurzeln von *Asarum europaeum*; *Radix Serpentariae* von *Aristolochia Serpentaria* in Nordamerika.

Ordnung 5. Rhizanthaeae.

Chlorophyllfreie Schmarotzer ohne Laubblätter mit meist deformirtem

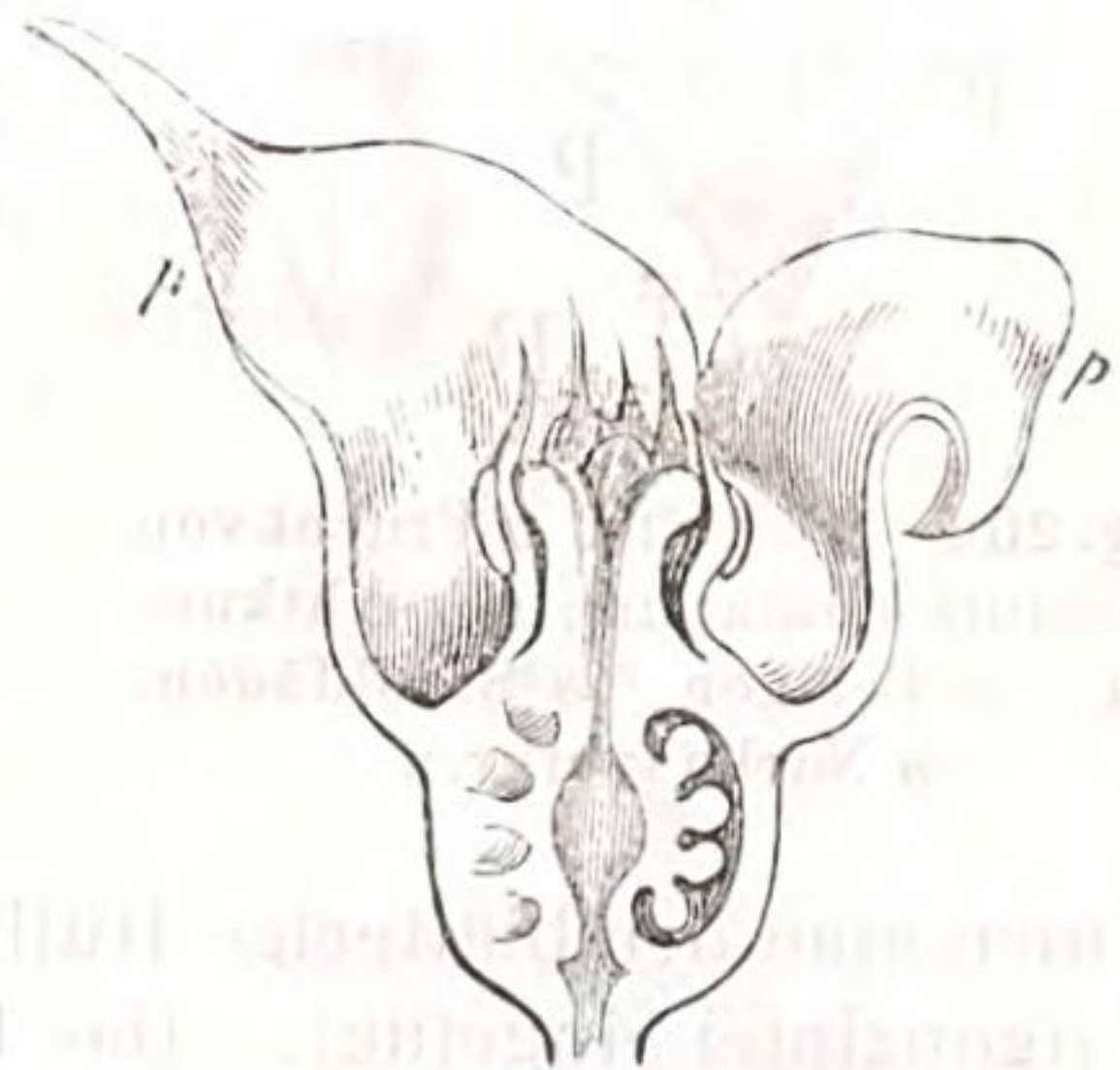


Fig. 203. *Asarum europaeum*. Längsschnitt der Blüthe (vergr.). p Perigon (nach Sachs).

Vegetationskörper und einzeln stehenden sehr grossen Blüthen oder kleinen Blüthen in dichter Inflorescenz. Samenknospen sehr zahlreich, Embryo sehr klein, wenig entwickelt. Same mit oder ohne Endosperm.

Fam. 1. Cytineae. *Cytinus Hypocistis* schmarotzt auf den Wurzeln von *Cistus* in Südeuropa, andere Arten kommen in America und Südafrika vor.

Fam. 2. Hydnoeae. *Hydnora* u. a. finden sich in Südamerika und Südafrika, wo sie auf den Wurzeln der Euphorbien schmarotzen.

Fam. 3. Rafflesiaceae. *Rafflesia*, die sich durch die colossalen Dimensionen ihrer Blüthe auszeichnet u. a. auf Wurzeln von Ampelideen in Ostindien.

Ordnung 6. Balanophoreae.

Chlorophyllfreie Schmarotzer ohne Laubblätter mit deformirtem Vegetationskörper. Blüthen diöcisch oder monöcisch in reichblüthigen Inflorescenzen. Weibliche Blüthen meist nur aus einem einfächerigen einsamigen Fruchtknoten bestehend. Samenknospe ohne Integument, meist mit dem Fruchtknoten völlig verwachsen. Embryo sehr klein.

Balanophora, *Lophophytum* u. a. kommen in Brasilien vor; andere bewohnen das tropische Africa, *Cynomorium coccineum* findet sich auch in der Mittelmeerregion.

Ordnung 7. Santalinae.

Chlorophyllhaltige Schmarotzer mit einfachen Laubblättern. Staubgefässe in gleicher Anzahl den Perigonblättern superponirt. Fruchtknoten unterständig. Samenknospen ohne Integument.

Fam. 1. Santalaceae. Blüthen meist zwittrig. Samenknospen hängend an einer centralen Placenta. Perigon drei- bis fünfgliederig. Frucht eine Nuss oder Steinfrucht.



Fig. 204. A Blüthe, B Frucht von *Thesium montanum*, f Fruchtknoten, p Perigon, s Staubfäden, n Narbe (vergr.).

Thesium pratense und andere bei uns einheimische Arten sind Kräuter, die auf den Wurzeln anderer Pflanzen schmarotzen. Blätter schmal, linealisch. Die Deckblätter der traubig gestellten Blüthen sind meist am Blütenstiel bis unter die Blüthe hinaufgerückt und bilden bei den meisten Arten mit den Vorblättern zusammen eine dreiblättrige Hülle. Die Staubfäden sind fadenförmig, dem Grunde der Perigonzipfel eingefügt. Das Perigon bleibt eingerollt auf der Spitze der Schliessfrucht erhalten (Fig. 204 B). — *Santalum album* in Ostindien liefert Santelholz.

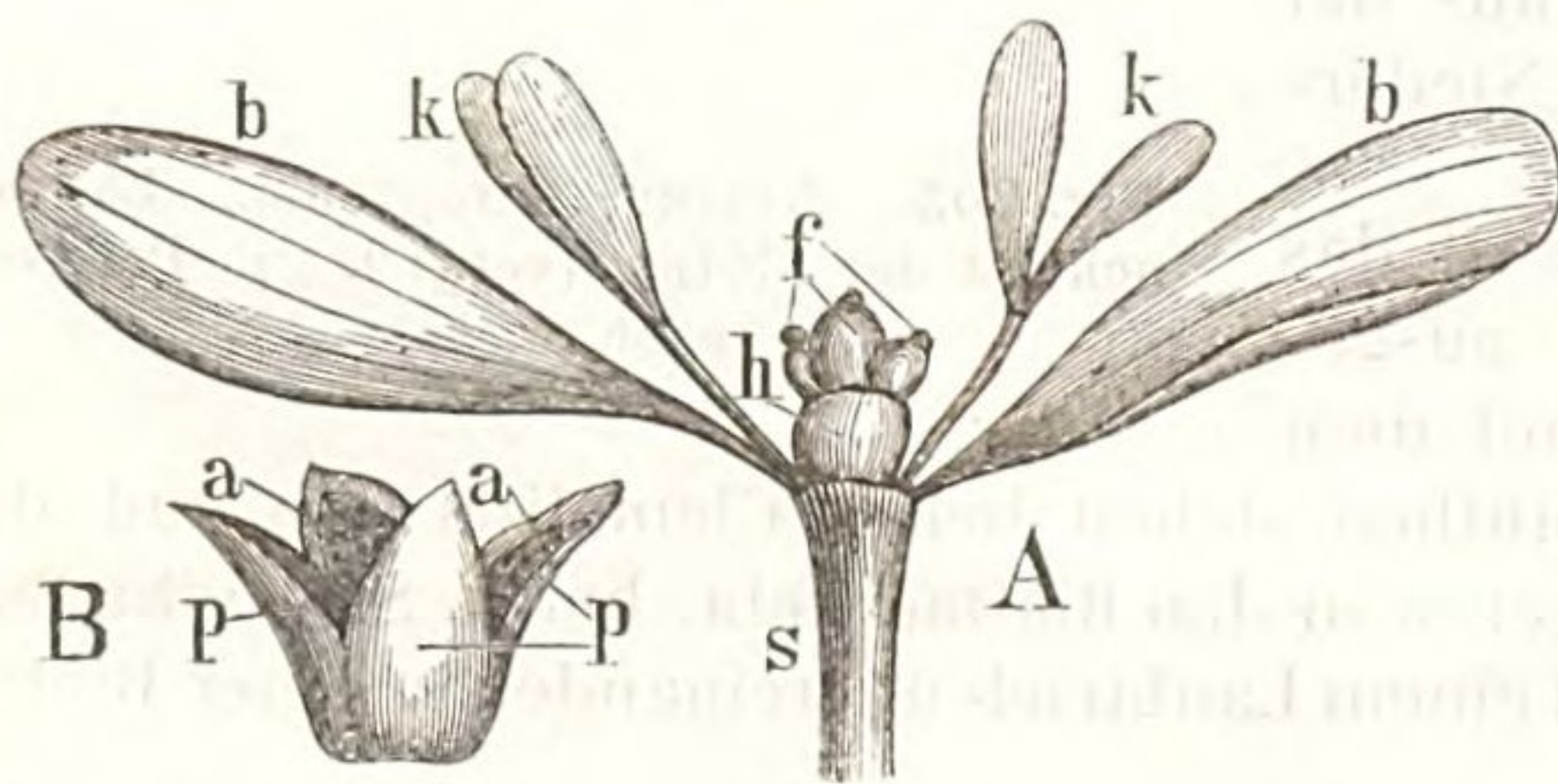


Fig. 205. A Zweigende einer weiblichen Pflanze der Mistel, *Viscum album*; s Stengel, b b Blätter, k k deren Achselknospen, f drei abgeblühte weibliche Blüthen, h Hochblätter, B männliche Blüthe (vergr.), p Perigon, a die dessen Zipfeln aufgewachsenen Antheren.

Fam. 2. Loranthaceae. Blüthen diklinisch oder zwittrig. Samenknospen aufrecht, mit der Fruchtknotenwandung verwachsen. Perigon meist vier- oder sechsgliederig. Frucht eine Beere.

Viscum album, Mistel, schmarotzt auf verschiedenen Bäumen, auf denen sie sich als dichter immergrüner Strauch bemerkbar macht. Der Stamm trägt ein Paar gegenständige

immergrüner Strauch bemerkbar macht. Der Stamm trägt ein Paar gegenständige

Blätter (Fig. 205 *b b*), aus deren Achseln Zweige mit einem Niederblattpaar und wieder einem Laubblattpaar kommen; die Zweige erlöschen an der Spitze oder schliessen mit einem dreiblüthigen Blütenstand ab; aus den Achseln der Niederblätter können noch weitere Zweige oder Blütenstände entspringen. Die Pflanze ist diöcisch. Die Frucht wird eine einsamige Beere mit klebrigem viscinhaltigem Pericarp, durch welches die Samen von den Vögeln an die Zweige geklebt und so die Pflanze weiter verbreitet wird. In den männlichen Blüten sind die vielfächerigen Staubbeutel den Perigonzipfeln aufgewachsen. — *Loranthus europaeus* in Osteuropa auf Eichen u. a.

III. Unterklasse. Eleutheropetalae.

Das Perigon ist selten einfach, meistens in Kelch und Krone gegliedert, wenn auch die Krone in vielen Fällen wiederum fehlschlägt; die Kronenblätter sind fast stets untereinander frei.

A. Tricoccae.

Blüthen meist diklinisch; Perigon meist einfach, zuweilen jedoch aus Kelch und Krone bestehend, bisweilen fehlend; Fruchtknoten oberständig meist dreifächerig mit je einer oder zwei anatropen fast immer hängenden Samenknospen. Same mit Endosperm. Im Uebrigen ist der Blütenbau sehr mannigfaltig und die vielfachen Verwandtschaftsbeziehungen der Gruppe noch nicht genügend aufgeklärt.

Ordnung 8. Tricoccae.

Fam. 1. Euphorbiaceae. Die hängenden Samenknospen mit der Mikropyle nach aussen gewendet. Pflanzen von sehr verschiedenem Blütenbau, von sehr verschiedenem Aussehen, mit Milchsaft.

Die Gattung *Euphorbia* trägt cymöse Dol-den oder Dichasien, deren Zweige mit eigenthümlichen Gebilden abschliessen, die man früher für hermaphrodite Blüten gehalten hat, die aber als Blütenstände zu betrachten sind und *Cyathium* genannt werden. Jedes *Cyathium* besitzt eine röhrig verwachsene Hülle (Fig. 206 *p*), zwischen deren fünf Zipfeln drüsige Anhängsel, oft von halbmondförmiger Gestalt (Fig. 206 *dr*) stehen. Innerhalb dieser Hülle stehen nun in fünf Gruppen eine grosse Anzahl männlicher Blüten, deren jede nur auf einen einzigen Staubfaden reducirt ist (Fig. 206 *a*) und terminal auf längerem Stiele (Fig. 206 *g*) eine weibliche Blüthe, die nur aus dem dreifächerigen Fruchtknoten (Fig. 206 *f*) besteht, nur bisweilen an dessen Basis die Andeutung eines Perigons erkennen lässt. Dass das *Cyathium* in der That ein Blütenstand, keine Einzelblüthe ist, zeigt am schlagendsten der

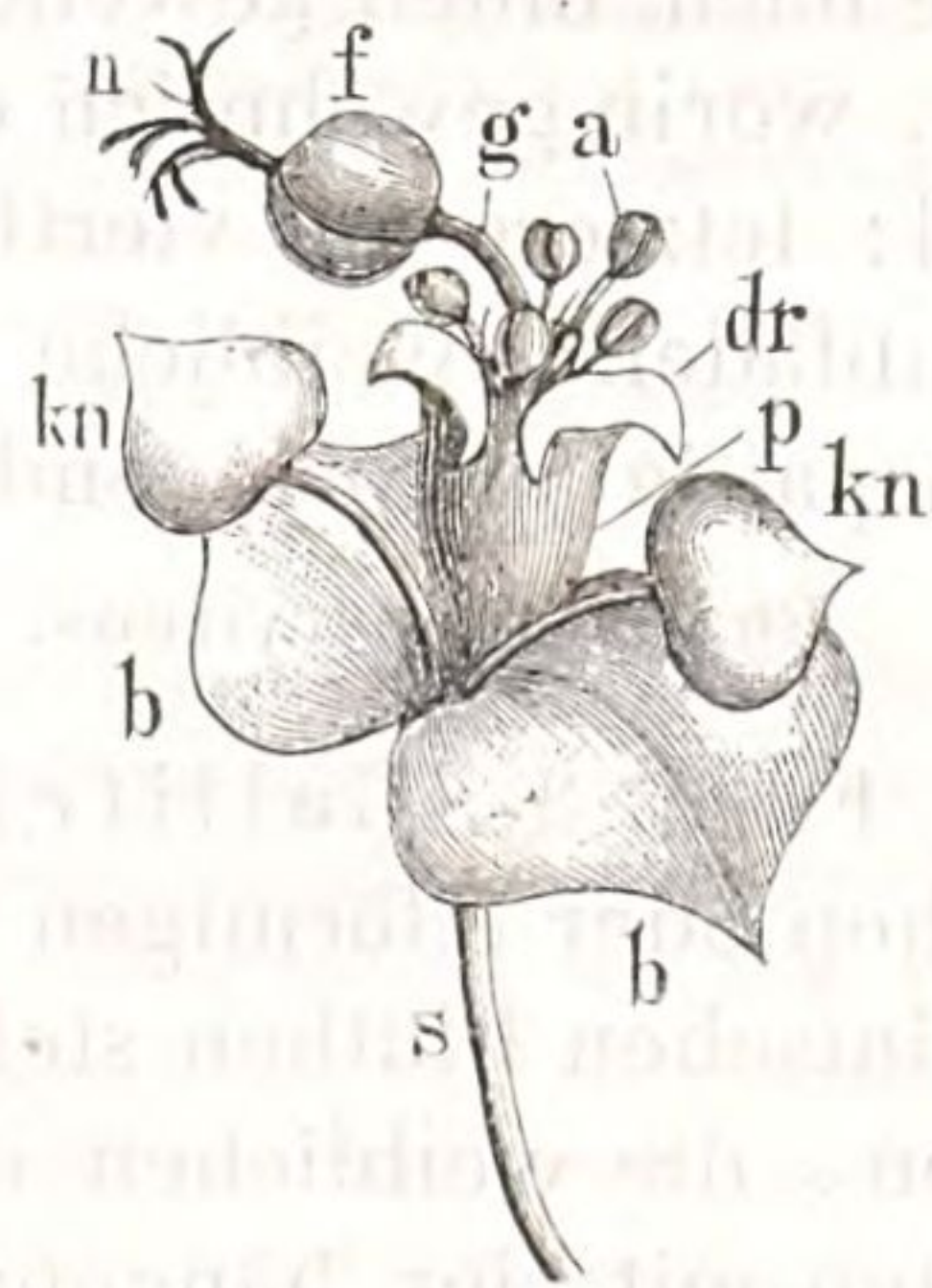


Fig. 206. Theil eines Blütenstands von *Euphorbia*, *bb* Hochblätter, in deren Achseln die Blütenknospen *kn*; im *Cyathium* *p* die Hülle, *dr* deren Drüsen, *a* die männlichen Blüten, *g* der Stiel der weiblichen Blüthe *f* mit den Narben *n* (vergr.).

Dass das *Cyathium* in der That ein Blütenstand, keine Einzelblüthe ist, zeigt am schlagendsten der

Vergleich mit ausländischen Gattungen, bei denen das Perigon um jeden einzelnen Staubfaden deutlich entwickelt ist. — In jedem Fache des dreifächerigen Fruchtknotens findet sich eine Samenknope; der Same ist mit einem eigenthümlichen Anhängsel, der Caruncula versehen.

Bei *Mercurialis* bestehen die männlichen Blüten aus einem dreiblättrigen Perigon und zahlreichen Staubfäden, die weiblichen aus einem ähnlichen Perigon und einem zweifächerigen Fruchtknoten.

Ricinus trägt monöcische Blüten in zusammengesetztem Blütenstande, an welchem unten die männlichen, oben die weiblichen stehen. Perigon einfach, füntheilig. Staubfäden zahlreich, verzweigt (s. Fig. 442, p. 464).

Von *Euphorbia*, Wolfsmilch, finden sich mehrere krautartige zum Theil einjährige Arten, als *E. Peplus*, *Cyparissias*, *helioscopia* u. a. bei uns auf Gartenland, an Wegrändern u. dgl. häufig, einige südeuropäische sind kleine Sträucher z. B. *E. dendroides*, *fruticosa*; in Africa und auf den canarischen Inseln ist die Gattung durch Arten vertreten, die in ihrem Aeusseren den Cacteen auffallend ähnlich sehen; die Stämme sind dick, cylindrisch, kantig oder kugelig und tragen kleine Blätter, welche gewöhnlich rasch abfallen. — *Mercurialis annua* und *perennis* häufig, erstere auf Gartenland, Aeckern, letztere in Wäldern, diöcisch. — *Ricinus communis* aus Africa stammend, häufig cultivirt. — Arten von *Phyllanthus* besitzen blattartige Zweige, welche in kleinen seitlichen Einkerbungen in der Achsel winziger borstenförmiger Blätter die kleinen Blüten tragen. — Von *Manihot utilisima* in Südamerika kommt das Stärkemehl als Tapiocca in den Handel. — Von *Siphonia elastica* im tropischen America stammt der meiste Kautschuk.

Officinell: Euphorbium, der Milchsafte von *Euphorbia officinarum* in Africa; Oel aus den Samen von *Ricinus communis* (Africa) und *Croton Tiglium* (Ostindien); Cortex Cascarillae von *Croton Eluteria*, Cascarilla und *Sloanei* (Westindien); Kamala, die Drüsen der Früchte von *Rottlera tinctoria* (Ostindien).

Fam. 2. *Buxaceae*. Die hängende Samenknope mit der Mikropyle nach innen gewendet. Die Blüten monöcisch in Aehren oder Trauben, worin gewöhnlich die Endblüte weiblich, die Seitenblüten männlich sind; letztere mit viertheiligem einfachem Perigon und vier superponirten Staubfäden; weibliche mit einem dreifächerigen Fruchtknoten; Kapsel fachspaltig aufspringend. Meist Sträucher ohne Milchsafte.

Buxus sempervirens, immergrüner Strauch in Südeuropa, mit sehr hartem Holze.

Fam. 3. *Callitrichineae*. Wasserpflanzen mit decussirten linealischen oder eiförmigen Blättern, in deren Achseln einzeln die perigonlosen diclinischen Blüten stehen; die männlichen enthalten nur einen Staubfaden, die weiblichen einen dimeren aber unächt vierfächerigen Fruchtknoten mit vier hängenden Samenknospen, deren Mikropyle nach aussen sieht.

Callitriche stagnalis u. a. leben untergetaucht oder im Uferschlamm kriechend.

Fam. 4. *Empetreae*. Samenknospen aufsteigend; Blüten diöcisch, mit 3 Kelch-, 3 Kronenblättern, 3 Staubfäden und 6—9fächerigem Fruchtknoten. Steinfrucht. Sträucher von ericaähnlichem Aussehen.

Empetrum nigrum, kleiner Strauch in Nordeuropa und den Alpen.

B. Centrospermae.

Blüthen meist hermaphrodit, Perigon einfach oder in Kelch und Krone gesondert, Fruchtknoten oberständig mit einer centralen Samenknospe oder centraler (durch Aufstülpung der Fruchtblätter entstandenen) Placenta. Same mit Endosperm.

Ordnung 9. Polygoninae.

Blüthen mit einfachem Perigon, meist trimerem einfächerigem Fruchtknoten mit einer grundständigen, geraden Samenknospe.

Fam. Polygoneae.

Blüthen mit einfachem, vier-, fünf- oder meist sechsblättrigem Perigon von calicinischer oder corollinischer Beschaffenheit und typisch ebenso vielen superponirten Staubfäden, die aber häufig theilweise verdoppelt sind, oder fehlschlagen. Fruchtknoten meist trimer einfächerig, mit einer grundständigen geraden Samenknospe. Blätter mit stark entwickelter Scheide (Fig. 207 A v) und röhrenförmig verwachsenen Nebenblättern, der Ochrea (Fig. 207 A o), welche den Stengel noch oberhalb der Blattscheide eine Strecke weit umgibt.

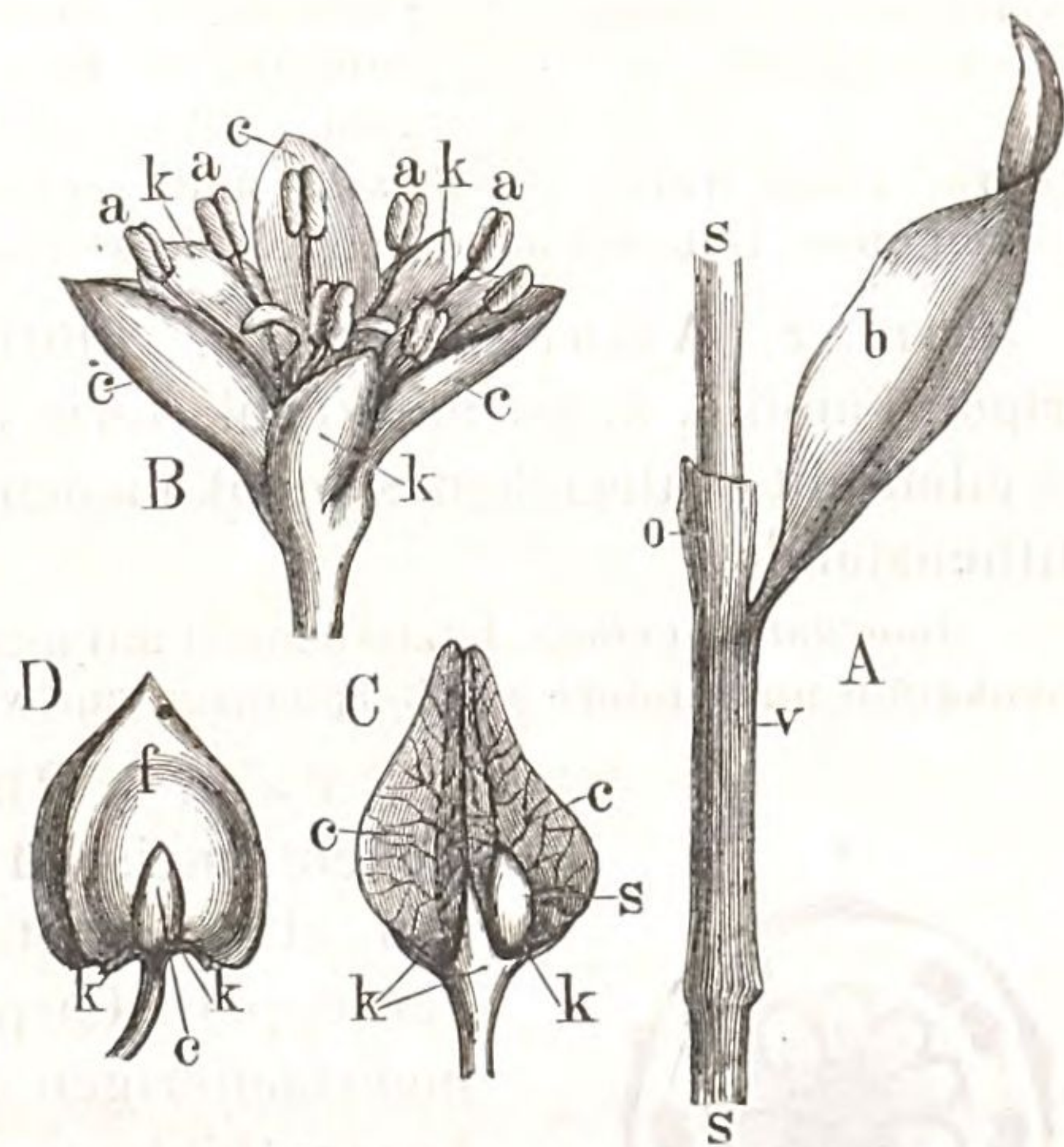


Fig. 207. A Stück des Stengels (s) von Polygonum mit einem Blatt b, dessen Scheide v und der Ochrea o (nat. Gr.). B Blüthe von Rheum, k äusserer, c innerer Perigonquirl, a die Staubfäden. C Frucht von Rumex vom heranwachsenden inneren Perigon c ganz eingehüllt, s Schwiela des einen Perigonblattes, k äussere Perigonblätter, D Frucht von Rheum f, k äusseres, c inneres Perigon (vergr.).

Rheum mit sechs (drei äusseren, drei inneren) calicinischen Perigonblättern und zwei Staubfadenkreisen, deren äusserer durch Verdoppelung sechszählig, der innere dreizählig ist; Rh. undulatum u. a. Arten cultivirt. — *Rumex*, Ampfer, mit ganz ähnlichem Blütenbau, nur die inneren Staubfäden fehlen, die Früchte werden vom heranwachsenden inneren Perigon völlig eingeschlossen (Fig. 207 c); enthält viel Oxalsäure. — *Polygonum* mit fünf meist corollinischen Perigonblättern und verschiedener Anzahl von Staubfäden (acht, fünf); P. Fagopyrum, Buchweizen wird wegen der mehlsamen Früchte in vielen Gegenden gebaut.

Officinell: Radix Rhei, der Wurzelstock von Rheum officinale in Tibet und Rh. palmatum var. tanguticum im südwestlichen China; früher auch Rad. Rhapontici von Rheum Rhaponticum in Südrussland, Rhizoma Bistortae von Polygonum Bistorta.

Ordnung 10. Caryophyllinae.

Blüthen mit einfachem oder in Kelch und Krone gesondertem Perigon; Fruchtknoten aus einer verschiedenen Anzahl von Carpellern gebildet, ein-

oder mehrfächerig mit zahlreichen oder nur einer anatropen oder campylo-tropen Samenknope auf einer grundständigen Placenta.

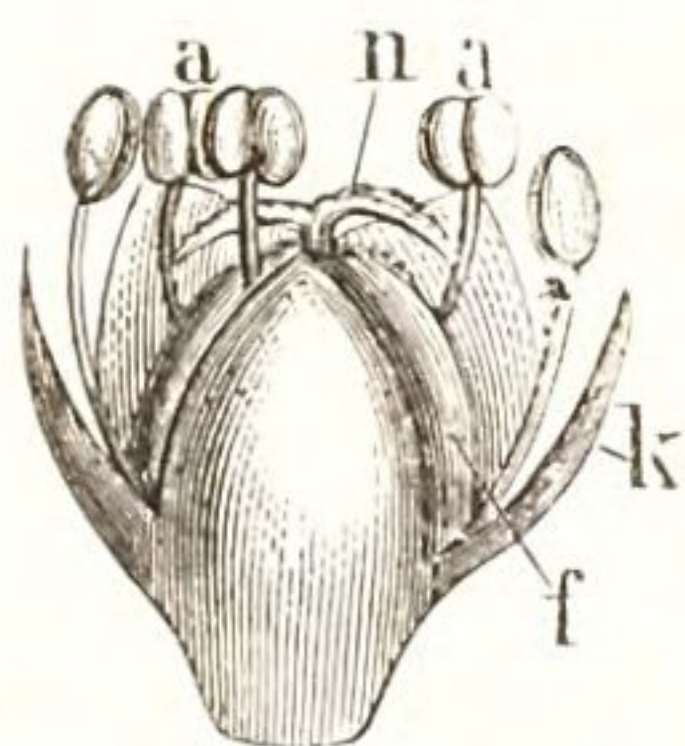


Fig. 208. Blüte von *Chenopodium* (vergr.). *k* Perigon, *a* Staubfäden, *f* Fruchtknoten, *n* Narbe.

Fam. 4. *Chenopodiaceae*. Blüten mit einfachem meist fünfzähligem calicinischem Perigon, fünf superponirten Staubfäden und meist dimerem einfächerigem Fruchtknoten mit einer grundständigen Samenknope. Blüten klein, meist zu dichten Blütenständen vereinigt. Die Vorblätter häufig unterdrückt. Keine Nebenblätter.

Chenopodium album, *Blitum Bonus Henricus* u. a. häufige Unkräuter, besonders auf Gartenland, wüsten Plätzen. — *Spinacia oleracea*, Spinat als Gemüsepflanze cultivirt. — *Beta vulgaris* cultivirt als var. *Cicla*, Mangold, altissima Runkelrübe zur Zuckerfabrication und *rubra*, rothe Rübe. — *Salsola* und verwandte Pflanzen von fleischigem Habitus bilden einen Hauptbestandtheil der Seestrandsvegetation.

Fam. 2. *Amarantaceae*. Blüten von demselben Bau wie in der vorigen Familie, meist mit Vorblättern, die oft corollinisch ausgebildet sind, zuweilen mit zahlreichen Samenknospen. Keine Nebenblätter. Meist dichte Blütenstände.

Amarantus, *Celosia*, letztere meist mit monströs verbreiteter Inflorescenzaxe, Hahnenkamm und andere als Zierpflanzen cultivirt.

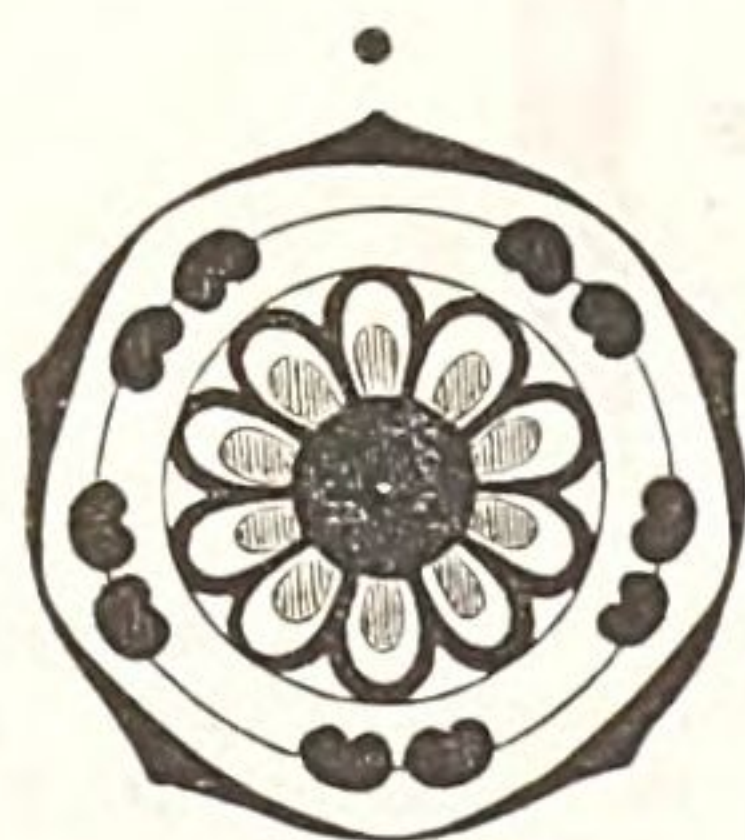


Fig. 209. Diagramm der Blüte von *Phytolacca decandra*.

Fam. 3. *Phytolaccaceae*. Blüten mit einfachem, meist fünfzähligem, oft corollinischem Perigon, oft zwei Staubfadenkreisen, deren Glieder oft verdoppelt; Carpelle in sehr wechselnder Zahl, einen mehrfächerigen Fruchtknoten mit je einer Samenknope bildend. Nebenblätter bisweilen vorhanden.

Phytolacca decandra aus Nordamerika wird zum Färben des Weins und anderweitig verwendet.

Fam. 4. *Nyctagineae*. Blüten mit einfachem fünfzähligem corollinischem Perigon; Staubfäden in grösserer oder geringerer Anzahl, Fruchtknoten monomer einfächerig mit einer Samenknope; die Terminalblüthen werden von einer kelchartigen, aus Hochblättern gebildeten Hülle umgeben, die seitlichen nicht.

Mirabilis Jalapa aus America, Zierpflanze; die Wurzel wurde häufig mit der ächten Jalapawurzel (s. unten *Convolvulaceen*) verwechselt.

Fam. 5. *Caryophyllaceae*. Blüten meist fünfgliederig, mit Kelch und Krone, letztere jedoch in einzelnen Fällen wiederum unterdrückt, zwei Staubfadenkreisen, von denen häufig der innere fehlt; Fruchtknoten aus 2, 3 oder 5 Carpellen gebildet, einfächerig oder nur am Grunde mit Scheidewänden, mit centraler Placenta oder nur einer grundständigen Samenknope, Frucht meist eine Kapsel. Blätter decussirt.

Unterfamilie 4. *Paronychieae*. Die Krone und der innere Staubfadenkreis häufig ganz oder theilweise unterdrückt; Frucht meist eine einsamige Schliessfrucht; Blätter mit häutigen Nebenblättern.

Scleranthus annuus und *perennis*, *Herniaria*, *Paronychia* u. a. kleine unscheinbare Kräuter auf sandigem Boden, Aeckern u. dgl.

Unterfamilie 2. *Alsineae*. Krone und innerer Staubfadenkreis fast immer vorhanden. Kelch eleutherosepal, Frucht eine Kapsel; Blätter meist ohne Nebenblätter.

Sagina, *Arenaria*, *Alsine*, *Cerastium*, *Stellaria*, *Spergula* u. a. kleine Kräuter mit weissen Kronenblättern, auf Wiesen, Wegrändern u. dgl. verbreitet; sie unterscheiden sich hauptsächlich durch die Anzahl der Carpelle und das Aufspringen der Frucht.

Unterfamilie 3. *Sileneae*. Krone und innerer Staubfadenkreis immer vorhanden. Kelch gamosepal; Frucht eine Kapsel (nur bei *Cucubalus* eine Beere). Blätter ohne Nebenblätter. Häufig ist zwischen Kelch und Krone die Blütenaxe gestreckt (Fig. 210 *y*); die Kronenblätter häufig (z. B. *Lychnis*, *Saponaria*) mit Nebenkronen (Fig. 210 *x*).

Dianthus Nelke mit 2 Carpellen; der Kelch ist von Hochblättern umgeben; *D. Carthusianorum*, *deltoides*, *superbus* u. a. kommen wild vor; *D. Caryophyllus*, *chinensis* u. a. als Zierpflanzen cultivirt. — *Saponaria* mit 2 Carpellen, ohne Hochblätter, *S. officinalis* Seifenwurz, an Flussumfern. — *Silene* mit 3 Carpellen, *S. inflata*, *nutans* u. a. häufige Wiesenpflanzen. — *Melandryum* (mit 5 Carpellen) *rubrum* und *album*, diöcisch. — *Agrostemma Githago* in Getreidefeldern.

Officinell: *Radix Saponariae* von *Saponaria officinalis*.

Fam. 6. *Portulacaceae*. Kelch meist aus 2, Krone aus 5 Blättern gebildet; meist 5 epipetale Staubfäden; Fruchtknoten meist trimer einfächerig, Frucht kapselartig. Kräuter mit zerstreuten Blättern, sehr hinfalliger Krone.

Portulaca oleracea aus Südeuropa, verwildert, andere Arten als Zierpflanzen cultivirt. — *Montia* mit gamopetaler, einseitig geschlitzter Krone, in Gewässern oder an feuchten Orten.

Fam. 7. *Aizoaceae*. Blüten mit einfachem Perigon, meist vielen Staubfäden, deren äussere oft zu kronenblattähnlichen Staminodien werden, mehrfächerigem Fruchtknoten.

Mesembryanthemum mit fleischigen Blättern, aus Südafrika, in vielen Arten cultivirt.

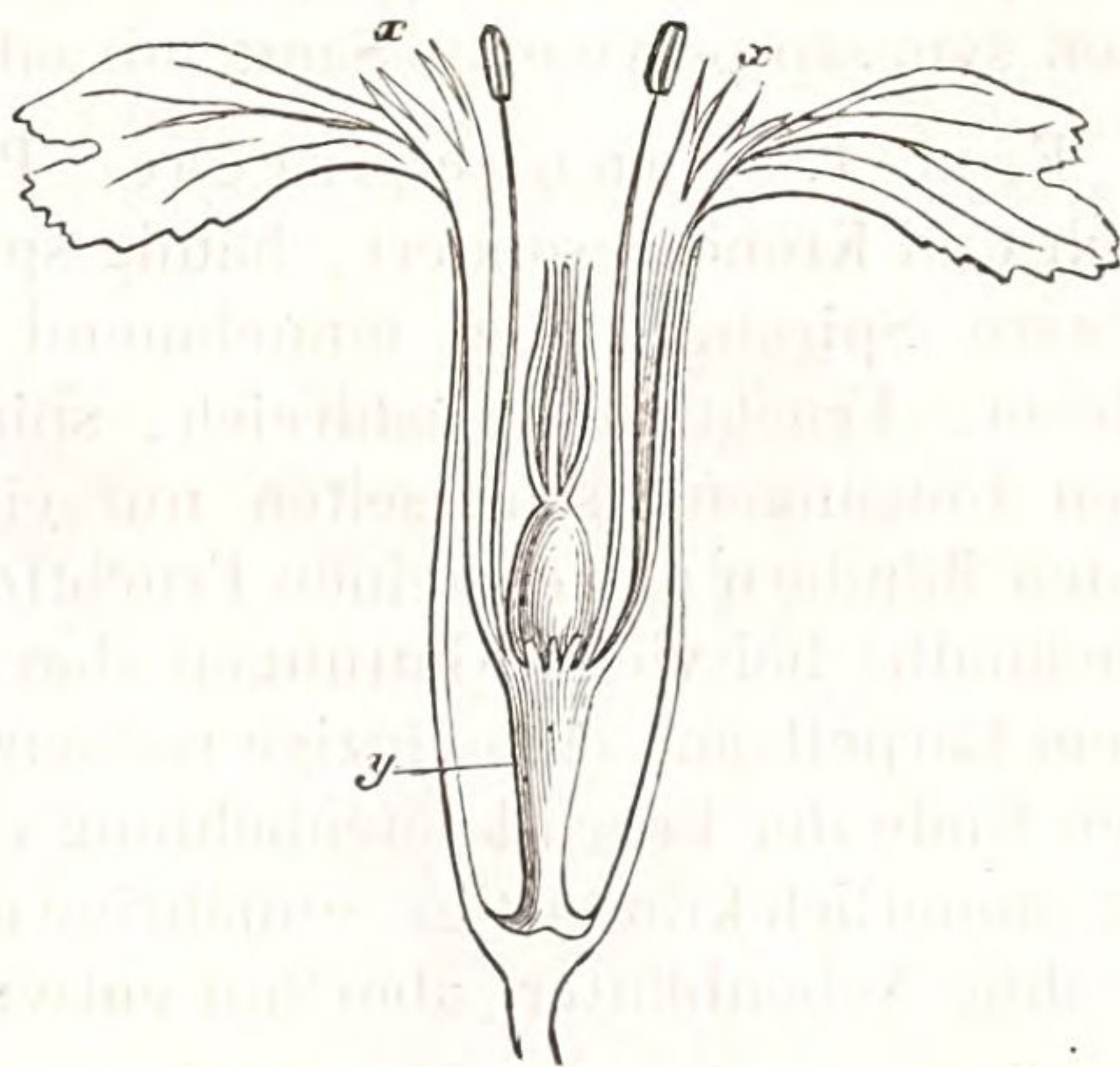


Fig. 210. Längsschnitt der Blüte von *Lychnis Flos Jovis*; *y* das verlängerte Axenglied zwischen Kelch und Krone; *x* Nebenkronen (nach Sachs).

C. *Aphanocyclicae*.

Blüten *acyclisch*, *hemicyclisch* oder *cyclisch*, mit zuweilen einfachem, meist aber in Kelch und Krone gesondertem Perigon. Staubfäden fast immer zahlreicher als die Perigonblätter, theils in spiraliger Anordnung mit unbegrenzter Anzahl, theils durch Verdoppelung oder Verzweigung vermehrt, seltner in eucyclischer Verbindung mit dem Perigon. Fruchtknoten fast immer oberständig, zuweilen apocarp mit zumeist wandständigen Placenten.

Ordnung 11. Polycarpicae.

Blüthen vorherrschend acyclisch oder hemicyclisch, fast immer hypogyn. Perigon einfach oder in Kelch und Krone geschieden; Gynäceum apocarp oft auf einen einzigen monomeren Fruchtknoten reducirt, sehr selten syncarp polymer. Same mit oder ohne Endosperm.

Fam. 1. Ranunculaceae. Perigon einfach, corollinisch oder in Kelch und Krone gesondert, häufig spiralig gebaut. Staubfäden zahlreich, mehrere Spiralumgänge einnehmend oder in zahlreichen alternirenden Quirlen. Fruchtknoten zahlreich, spiralig angeordnet in einem oder mehreren Umgängen, sehr selten nur einer. Die Samenknospen stehen an beiden Rändern des einzelnen Fruchtblattes, d. h. in zwei Zeilen längs der Bauchnath; bei vielen Gattungen aber ist die Anzahl der Samenknospen in jedem Carpell auf eine einzige reducirt, welche dann am oberen oder unteren Ende der Fruchtknotenhöhle entspringt. Same mit Endosperm. — Fast sämmtlich krautartige, einjährige oder unterirdisch perennirende Pflanzen ohne Nebenblätter, aber mit entwickelten Blattscheiden.

Unterfamilie 1. Clematideae. Perigon einfach, corollinisch, mit klappiger Knospenlage. Fruchtknoten zahlreich mit je einer hängenden anatropen Samenknospe. Blätter decussirt. Meist kletternde oder rankende Sträucher oder Stauden.

Clematis Vitalba, Waldrebe, häufig an Hecken u. dgl. mit weissen Perigonblättern und langgeschwänzten, behaarten Früchten; *Viticella*, patens u. a. als Zierpflanzen cultivirt. — *Atragene alpina* in den Alpen und Sibirien, die äusseren Staubfäden sind zu kronenblattähnlichen Staminodien umgebildet.

Unterfamilie 2. Anemoneae. Perigon einfach, oder in Kelch und Krone gesondert, mit deckender Knospenlage. Fruchtknoten meist zahlreich mit je einer hängenden oder aufrechten Samenknospe. Blattstellung spiralig.

a) mit einfachem Perigon:

Thalictrum, mit einfachem, 4—5 zähligen, unscheinbarem und hinfälligem Perigon und flachem Blütenboden; *Th. minus*, flavum, aquilegifolium u. a. mit reichbeblättertem Stengel. — *Anemone*, mit einfachem corollinischem, meist 5—6 zähligen Perigon und kegelförmigem Blütenboden (Fig. 244 A, t). Bei den meisten Arten verlängert sich das unterirdische Rhizom in einen aufrechten Blütenstengel, der unter der Terminalblüthe noch drei quirlig zusammengestellte Blätter, die Hülle trägt. Diese sind bei *A. nemorosa*, ranunculoides u. a. den direct vom Rhizom entspringenden Laubblättern gleichgestaltet und tragen öfters in ihren Achseln Blüthen; bei *A. Pulsatilla* u. a. sind sie von den Laubblättern verschieden, fingerig eingeschnitten (Fig. 244 A, h); bei *A. Hepatica*, deren Blütenstengel ausserdem aus den Achseln der Niederblätter entspringen, sind die drei Hüllblätter einfach und dicht unter das Perigon gerückt, so dass sie einen scheinbaren Kelch vorstellen.

b) mit Kelch und Krone:

Ranunculus, mit fünf Kelchblättern und fünf damit alternirenden Kronenblättern, die an ihrer Basis ein Nectarium tragen; Staubfäden und Fruchtknoten spiralig angeordnet. *R. aquatilis*, fluitans u. a. mit zerschlitzten Blättern und weisser Krone, in Gewässern; *R. acer*, bulbosus, repens u. a. häufig auf Wiesen, meist mehr oder minder giftig. *R. Ficaria* hat 3 Kelch- und meist 8 Kronenblätter. — *Myosurus minimus* mit gespornten Kelchblättern, häufigen Uebergangsformen zwischen Kronenblättern und Staubfäden und langgestrecktem Blütenboden. — *Adonis*, mit durchgehends acyclischer Blüthe: fünf Kelchblättern, acht (oder mehr) Kronenblättern (ohne Nectarium) und vielen nach $\frac{5}{13}$ gestellten Staubfäden und Carpellen. *A. vernalis* auf Haiden selten; *A. aestivalis* unter dem Getreide u. a.

Unterfamilie 3. Helleboreae. Perigon in Kelch und Krone gesondert (letztere zuweilen unterdrückt); Fruchtknoten meist weniger als Perigonblätter, mit zahlreichen Samenknospen längs der Bauchnath. Kronenblätter mit Nectarien.

a) mit actinomorphen Blüthen:

Helleborus, mit durchgehends spiralig gebauter Blüthe, Kelch nach $\frac{2}{5}$, die in kleine hohle Nectarien umgebildeten Kronenblätter meist nach $\frac{3}{8}$ oder $\frac{5}{13}$, Staubfäden nach $\frac{5}{13}$ oder $\frac{8}{21}$; meist 3—5 Fruchtblätter (Fig. 211 D). *H. niger*, Weihnachtsblume, *H. viridis*, foetidus, stellenweise nicht selten. — *Nigella*, mit 5 corollinischen

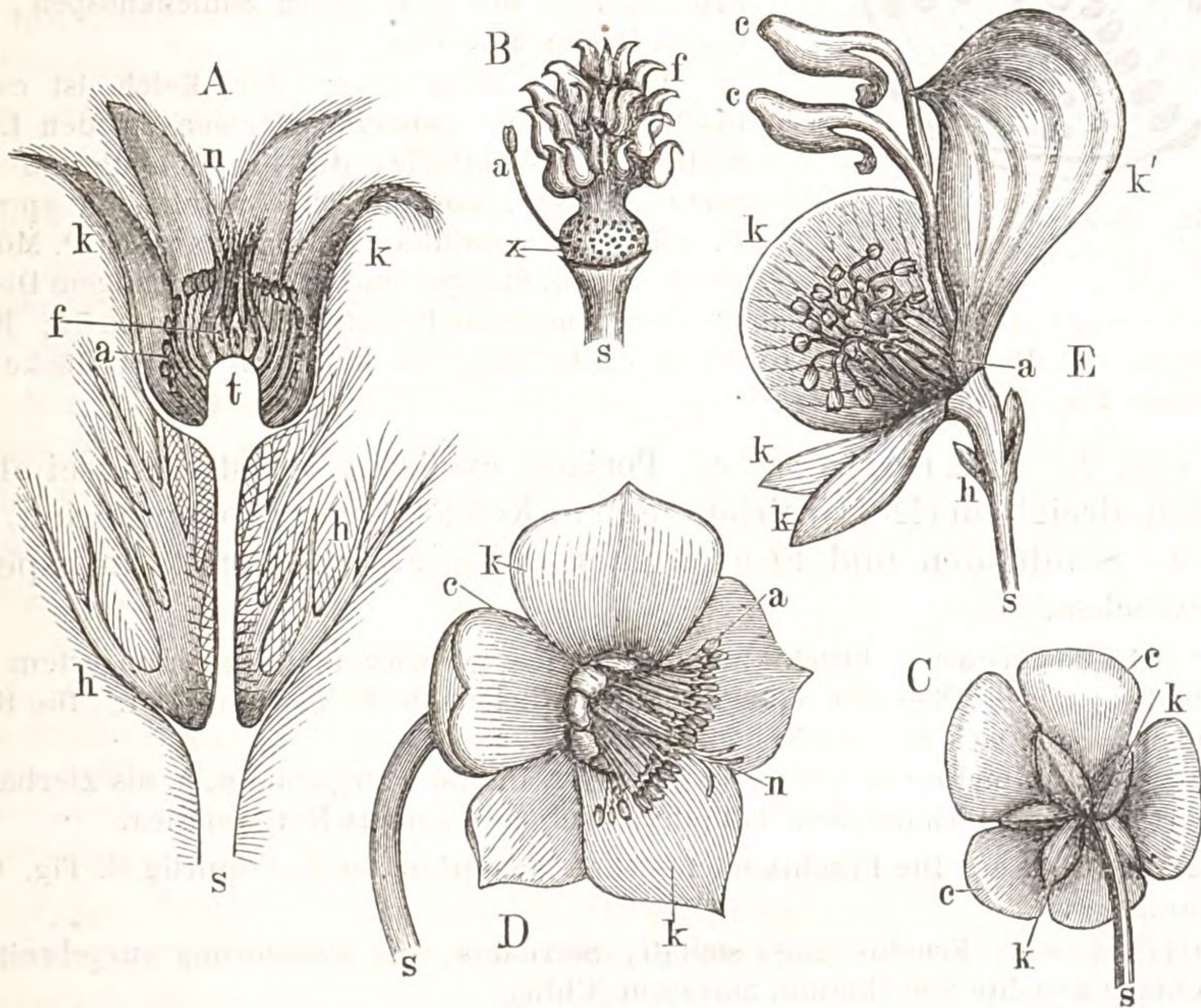


Fig. 211. Blüthen von Ranunculaceen; s Blütenstiel, k Kelch, c Krone, a Staubfäden, f Fruchtknoten, n Narben (alle in natürl. Grösse oder wenig vergrössert); A von Anemone Pulsatilla, im Längsschnitt; h Hülle, t Blütenboden; B Gynaeceum von Ranunculus, x der Blütenboden mit den Einfügungsstellen der entfernten Staubfäden; C Blüthe von Ranunculus von unten gesehen; D Blüthe von Helleborus viridis; E von Aconitum Napellus; h Hochblätter, k' das helmartige hintere Kelchblatt; das zugewendete seitliche Kelchblatt ist weggenommen.

Kelchblättern und meist 8 (wenn 5, superponirten) zu kleinen Nectarien reducirten Kronenblättern. — *Trollius*, mit zahlreichen (10—15) corollinischen Kelchblättern und 10—20 kleinen Kronenblättern, die nebst den Staubfäden spiralig geordnet sind; *T. europaeus*, in Gebirgsgegenden. — *Caltha*, mit fünf gelben corollinischen Kelchblättern und gänzlich unterdrückter Krone; *C. palustris*, Sumpfdotterblume, häufig an feuchten Plätzen. — *Actaea*, mit corollinischem Kelch und alternirender (zuweilen theilweise fehlender) Krone, nur einem Fruchtblatt, das zu einer Beerenfrucht wird; *A. spicata*, Christophskraut, in Wäldern. — *Aquilegia*, mit cyclisch gebauter Blüthe (Fig. 212). Die fünf Kronenblätter tragen lange hohle Sporne; *A. vulgaris*, atrata, Aklei u. a., wild und als Zierpflanzen cultivirt.

b) mit zygomorphen Blüthen:

Aconitum, Eisenhut; von den fünf corollinischen Kelchblättern ist das hintere stehende helmartig übergebogen; von den 8 Kronenblättern nur die zwei hinteren zu gestielten Nectarien (Fig. 211 E, c) umgebildet, die übrigen zu unscheinbaren Fädchen;

Staubfäden spiralig. A. Napellus, *Lycotomum*, variegatum u. a., wild und cultivirt. — *Delphinium*, Rittersporn; das hintere Kelchblatt in einen Sporn verlängert; Kronen-

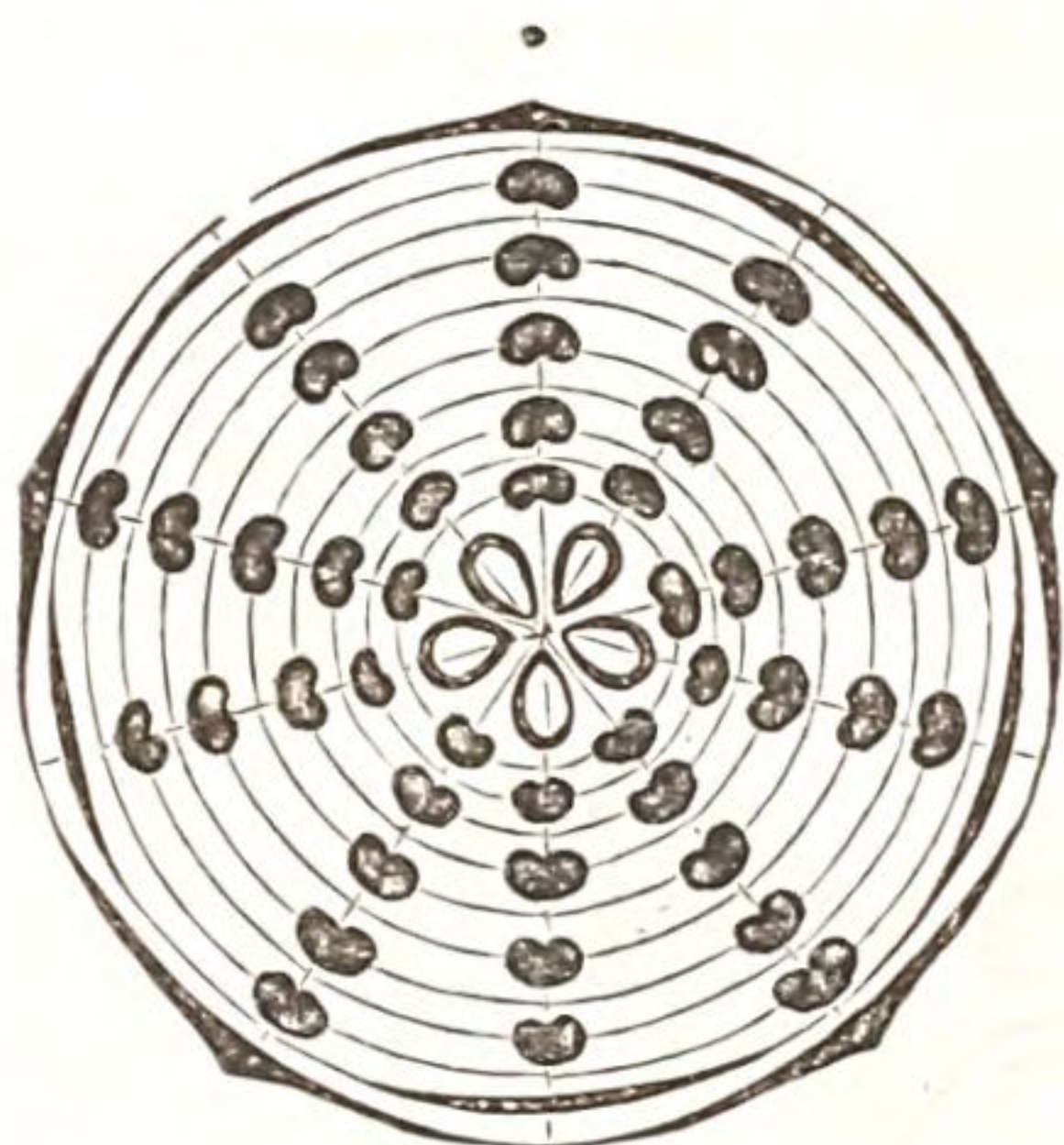


Fig. 212. Diagramm von *Aquilegia*.

blätter fünf (oder acht), wovon aber regelmässig nur zwei (oder vier) hintere entwickelt und spornförmig in den Kelchsporn hinabreichen. Bei *D. Consolida* (unter der Saat) und *D. Ajacis* (Zierpflanze) nur ein Carpell.

Unterfamilie 4. *Paeoniaeae*. Perigon in Kelch und Krone gesondert, diese ohne Nectarien; Fruchtknoten mit zahlreichen Samenknospen, von einem Discus umgeben.

Paeonia, Pfingstrose; der Kelch ist calicinisch, meist mit Uebergangsformen zu den Laubblättern, fünfblätterig, die Kronenblätter (5 oder mehr) grösser, corollinisch. Staubfäden spiralig. *P. officinalis*, corallina u. a. Zierpflanzen; *P. Moutan* mit holzigem Stamm, und schlauchförmigem Discus.

Officinell: *Herba Pulsatillae* von *Anemone Pulsatilla* und *pratensis*; *Radix Hellebori* von *Helleborus viridis*; *Tubera Aconiti*, die knolligen Wurzelstöcke von *Aconitum Napellus*.

Fam. 2. *Magnoliaceae*. Perigon cyclisch, meist aus drei alternirenden dreigliederigen Quirlen (einem Kelch-, zwei Kronenquirlen) bestehend, Staubfäden und Fruchtknoten spiralig. Same mit Endosperm. Holzgewächse.

1. *Magnolieae*. Fruchtknoten sehr viele auf walzenförmig verlängertem Blütenboden; die Blüten von einem spathaähnlichen Hochblatt umgeben. Die Blattscheiden spalten sich in zwei Nebenblätter.

Magnolia in mehreren Arten, *M. Yulan*, *grandiflora*, *tripetala* u. a. als Zierbäume cultivirt, häufiger *Liriodendron Tulipifera*, Tulpenbaum aus Nordamerika.

2. *Illicieae*. Die Fruchtknoten stehen an verkürzter Axe quirlig (s. Fig. 158). *Illicium*.

Officinell: *Fructus Anisi stellati*, Sternanis, die sternförmig ausgebreiteten einsamigen Früchte von *Illicium anisatum* (China).

Fam. 3. *Calicanthaceae*. Blüten acyclisch, perigyn.

Calicanthus floridus, Zierstrauch, mit zimtbraunen, wohlriechenden Blüten.

Fam. 4. *Nymphaeaceae*. Blüten meist acyclisch gebaut ohne scharfe Abgrenzung zwischen Krone und Staubfäden. Fruchtknoten polycarpisch oder monocarpisch. Same meist mit Endosperm und Perisperm. Wasserpflanzen mit meist schwimmenden grossen Blättern.

Unterfamilie 1. *Nymphaeinae*. Fruchtblätter zu einem polymeren vielblätterigen, ober- oder unterständigen Fruchtknoten verwachsen. Samenknospen zahlreich, wandständig. Das Rhizom wächst am Grunde der Gewässer und treibt langgestielte herzförmige Blätter, die auf der Oberfläche des Wassers schwimmen. Die Blüte wird ebenfalls auf langem Stiel über das Wasser emporgehoben.

Nuphar luteum, gelbe Seerose; Kelch aus fünf grünlichgelben Blättern bestehend, Kronenblätter kleiner, gelb, meist 13, daran schliessen sich die zahlreichen spiralig gestellten Staubfäden. Fruchtknoten oberständig. — *Nymphaea alba*, weisse Seerose, mit vier grünen Kelchblättern, zahlreichen weissen, nebst den sehr zahlreichen Staubfäden spiralig geordneten Kronenblättern und halbunterständigem Fruchtknoten. — *Victoria regia* in Brasilien, deren schildförmige Blätter über einen Meter im Durchmesser haben.

Unterfamilie 2. *Nelumbieae*. Fruchtknoten mehrere polymer in den fleischigen Blütenboden eingesenkt.

Nelumbium speciosum, Lotosblume in Aegypten und Asien.

Unterfamilie 3. *Cabombeae*. Blüten cyclisch. Fruchtknoten mehrere monomer, in welchen die Samenknospen die Mittellinie des Carpells einnehmen. Die schwimmenden Blätter schildförmig, die untergetauchten vielspaltig. America und Ostindien.

Fam. 5. *Menispermaceae*. Blüten diöcisch, cyclisch gebaut mit Kelch und Krone, meistens trimer mit mindestens je zwei Quirlen auf Kelch, Krone und Androeum. Fruchtknoten meist 3—6, einzelne monomere mit je einer Samenknospe (bei der Unterfamilie der *Lardizabaleen* mehrsamig). Schlingpflanzen in den Tropen mit krautigem Stengel, handförmigen Blättern.

Officinell: *Radix Colombo* von *Jateorrhiza Columbo* (Ostafrika); *Fructus Cocculi* von *Anamirta Cocculus* (Ostindien).



Fig. 213. Diagramm vieler *Menispermaceen*-blüthen.

Fam. 6. *Berberideae*. Blüten zwittrig, cyclisch, mit Kelch und Krone, di- oder trimer mit je zwei Quirlen auf Krone und Androeum, mindestens zweien auf den Kelch. Ein monomerer Fruchtknoten mit mehreren wandständigen Samenknospen. Frucht eine Kapsel oder Beere. Same mit Endosperm.

Berberis vulgaris Sauerdorn, Blütenformel $K 3 + 3 C 3 + 3 A 3 + 3 G \underline{1}$; die Blüten in hängenden Trauben ohne Endblüthen (die bisweilen vorkommenden Endblüthen $K 5 | C 5 | A 5$). Frucht eine längliche Beere. Die Blätter der Langtriebe sind in Dornen verwandelt; in deren Achseln stehen Kurztriebe mit Laubblättern und Blütenständen. — *Epimedium*, dimer mit 4—5 Kelchquirlen, gespornten Kronenblättern.

Fam. 7. *Myristiceae*. Blüten diöcisch, cyclisch, mit einfachem Perigon, dieses gamophyll dreitheilig, die 3—18 Staubfäden zu einem Bündel verwachsen; Fruchtknoten monomer mit einer grundständigen anatropen Samenknospe. Frucht fleischig, zweiklappig aufspringend.

Myristica moschata, Muskatnuss, auf den Molukken einheimisch. Der Same wird umgeben von einem fleischigen, nach oben zerschlitzten Arillus (Fig. 214 a). Same gross mit reichlichem Endosperm, in dessen faltenartige Einbuchtungen die innerste Schicht der braunen Samenschale hineinwächst, daher erscheint das Endosperm marmorirt. Der kleine Embryo liegt am Grunde des Samens.

Officinell: *Semen Myristicae*, der von der äusseren harten Schale befreite Same, und *Macis*, Muskatblüthe, der Arillus von *Myristica moschata*.

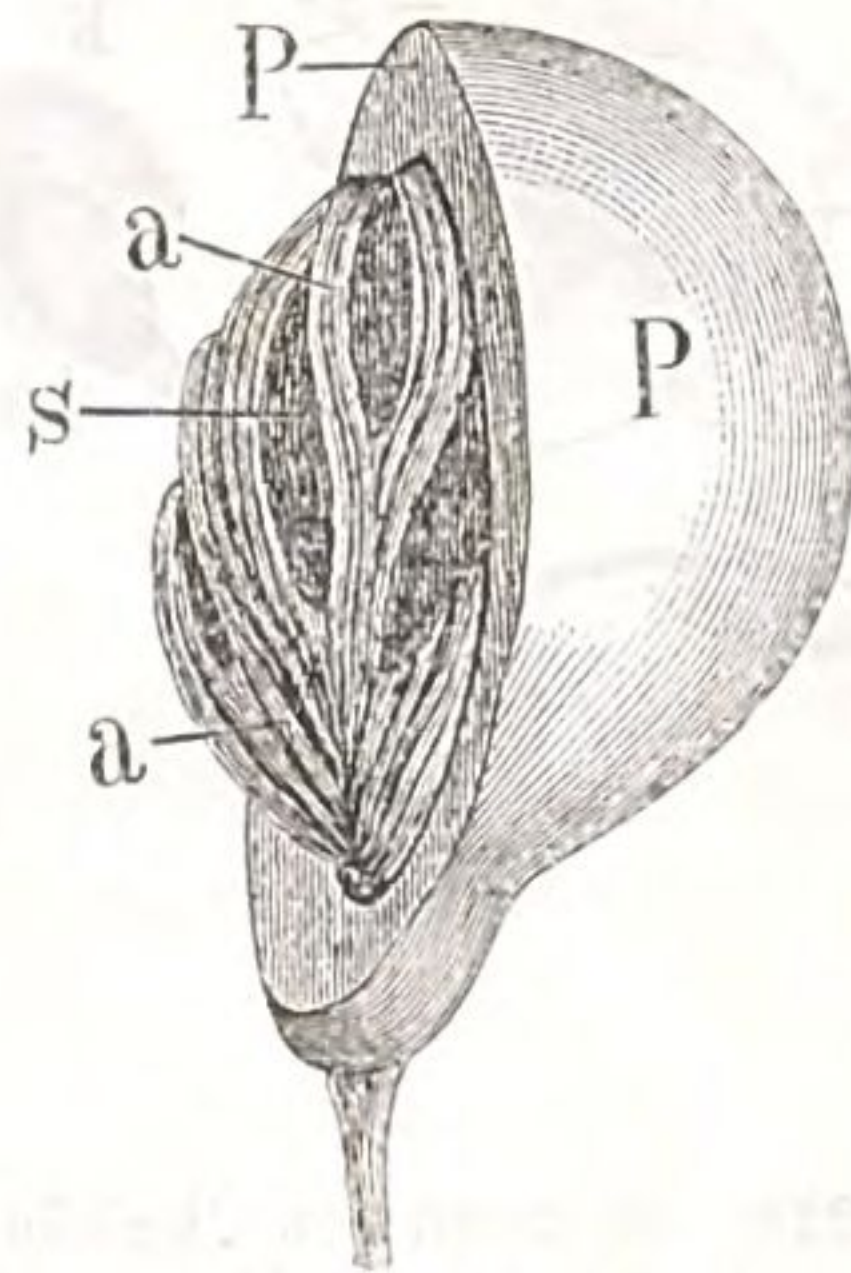


Fig. 214. Frucht des Muskatnussbaums *Myristica moschata*; P das Pericarp, zur Hälfte entfernt; s der Same, a der Arillus (nat. Gr.).

Fam. 8. *Laurineae*. Blüten zwittrig oder polygam, cyclisch mit einfachem, calicinischem Perigon, meist trimer (bei *Laurus* dimer), wobei zwei Quirle auf das Perigon, meist 4 auf das Androeum treffen. Fruchtknoten trimer (in der Figur 215 irrthümlich monomer gezeichnet), ein-

fächerig mit einer hängenden anatropen Samenknope. Die Antheren öffnen sich mit zwei oder vier aufwärts zurückgeschlagenen Deckeln; die Staubfäden mit drüsigen Anhängseln, oft theilweise extrors, theilweise intrors. Frucht eine Beere oder Steinfrucht. Same ohne Endosperm.

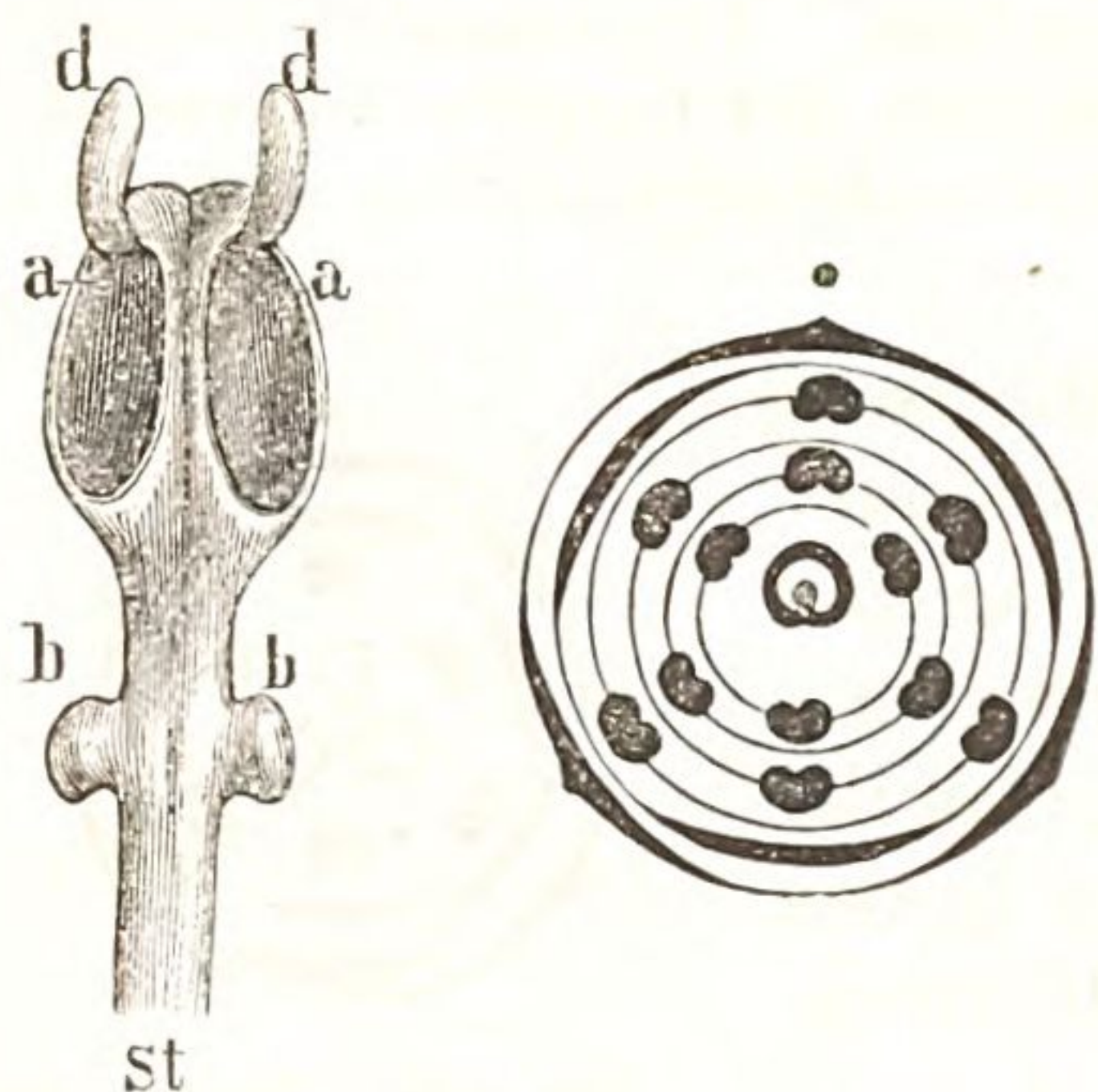


Fig. 215. Staubfaden von *Laurus* (A) mit geöffneter Anthere *aa*; *dd* deren Deckel; *bb* drüsige Anhängsel. — Diagramm von *Cinnamomum*.

Die meisten sind immergrüne Holzpflanzen mit lederigen Blättern, einige wenige (*Cassytha*) Schmarotzer vom Wuchs der Flachsseide.

Officinell: *Folia und Fructus Lauri*, die Blätter und Steinfrüchte von *Laurus nobilis*, Lorbeer (Südeuropa); *Lignum Radicis Sassafras*, das Holz der Wurzel von *Sassafras officinale* (Nordamerika); *Camphora*, der Kampher, ein flüchtiges Stearopten aus dem Holz und den Blättern von *Camphora officinarum* in China und Japan; *Cortex Cinnamomi zeylanici* von *Cinnamomum zeylanicum* (Ostindien) und *Cortex Cinnamomi chinensis* von *Cinnamomum aromaticum* in China, Zimtrinden.

Ordnung 12. Cruciflorae.

Blüthen cyclisch, mit Kelch und Krone meist dimer; Fruchtknoten aus zwei oder mehr Carpellern bestehend, einfächerig oder mehrkammerig, oft mit falscher Scheidewand, aber fast nie wirklich mehrfächerig. Same meist ohne Endosperm. Meist $K2\ C2 + 2\ A2 + 2$ oder $\infty\ G(2)$ oder (∞) .

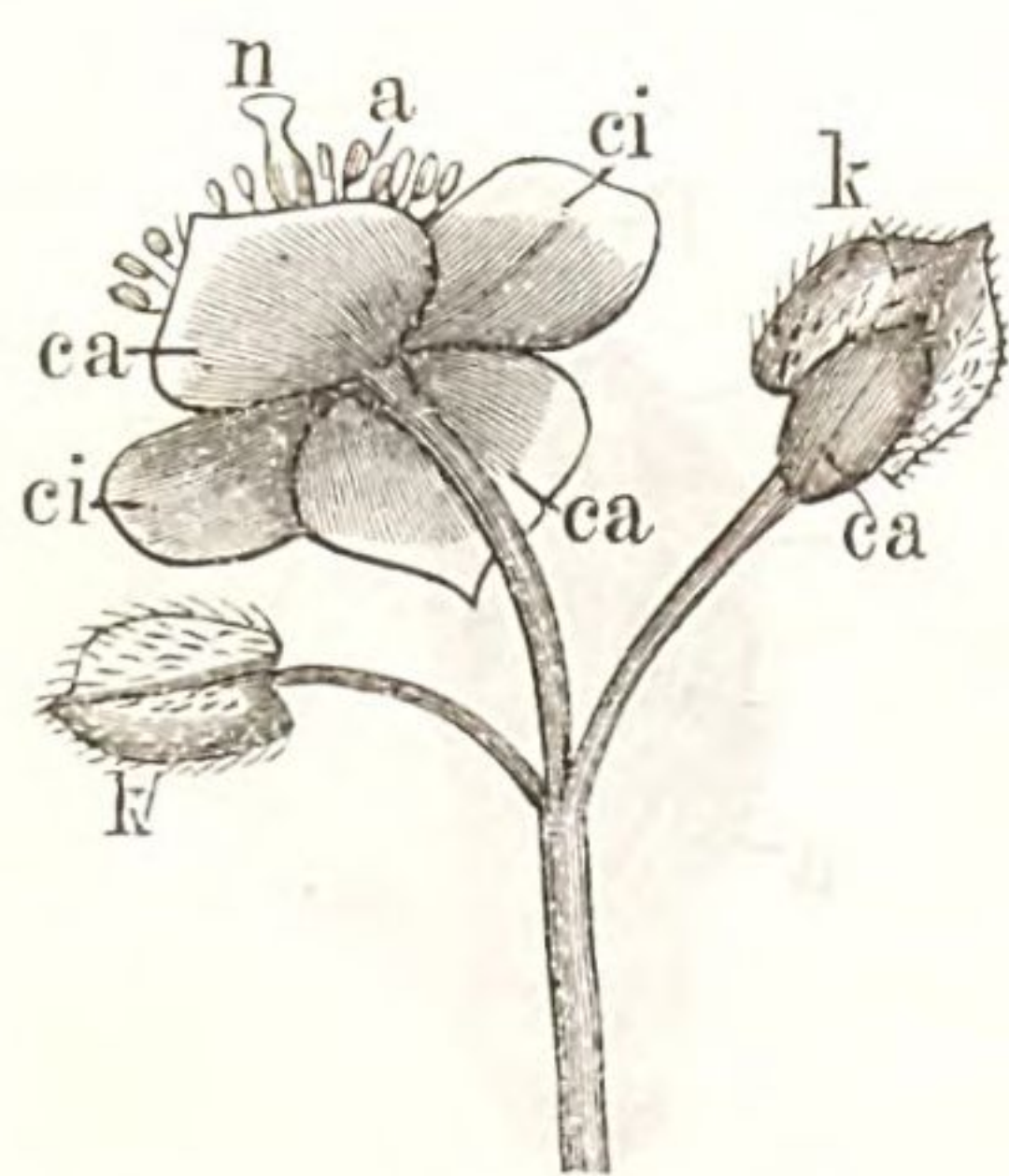


Fig. 216. Blüthen von *Chelidonium majus* (nat. Gr.). *k* Kelch, *ca* äussere, *ci* innere Kronenblätter, *a* Staubfäden, *n* Narbe. A Diagramm der Blüthe von *Chelidonium* (die Carpelle sollten lateral stehen); *a* des Gynaeceums von *Papaver*.

Fam. 1. *Papavera-ceae*. Blüthen actinomorph $K2\ C2 + 2\ A\infty\ G(2)$ oder (∞) seltener dreigliederige Kreise; Kelch calicinisch, Krone corollinisch. Auch die vielgliederigen Staubfadenkreise alterniren mit einander. Fruchtknoten aus zwei lateralen (in der Figur 216 A irrthümlich median gezeichnet) Carpellern oder mehreren (Fig. 216 a) bestehend, zwei-, beziehungsweise mehrkammerig. Samenknospen zahlreich an den nur wenig

eingeschlagenen Carpellrändern. Endosperm reichlich, Embryo klein. — Die Kelchblätter fallen meist vor Entfaltung der Blüthe ab (Fig. 216 k). Pflanzen mit reichlichem Milchsaft.

Papaver, Mohn mit mehrkammerigem Fruchtknoten; Frucht eine Porenkapsel (s. Fig. 160 D); *P. somniferum* cultivirt wegen des in den Samen enthaltenen Oels und als Arzneipflanze; *P. Rhoeas* in Feldern. — *Chelidonium majus*, Schöllkraut mit zwei

Carpellen, schotenförmiger Frucht, gelbem Milchsaft, häufiges Unkraut. — *Eschscholtzia californica*, Zierpflanze mit vertiefter Blütenaxe (fast perigyn).

Officinell: Fructus und Semen Papaveris von *Papaver somniferum* (aus dem Orient stammend); Opium, der eingedickte Milchsaft aus der jungen Kapsel derselben Pflanze; Flores Rhoeados, die Kronenblätter von *Papaver Rhoeas*; Herba Chelidonii von *Chelidonium maius*.

Fam. 2. Fumariaceae. Blüten meist zygomorph mit lateraler Symmetrie. $\rightarrow K2 C2 + 2 A2 + 2 G^{(2)}$. Die drei Perigonkreise alternieren miteinander, das eine äussere Kronenblatt (selten beide) mit Sporn versehen; die zwei inneren Staubfäden stehen nicht an ihrem Platze, sondern jeder ist halbirt und die Hälften neben die äusseren Staubfäden hinüber verschoben; es stehen somit an jeder Seite drei Staubfäden, ein mittlerer mit ganzem Staubbeutel (der des äusseren Kreises, Fig. 217 B, a), und

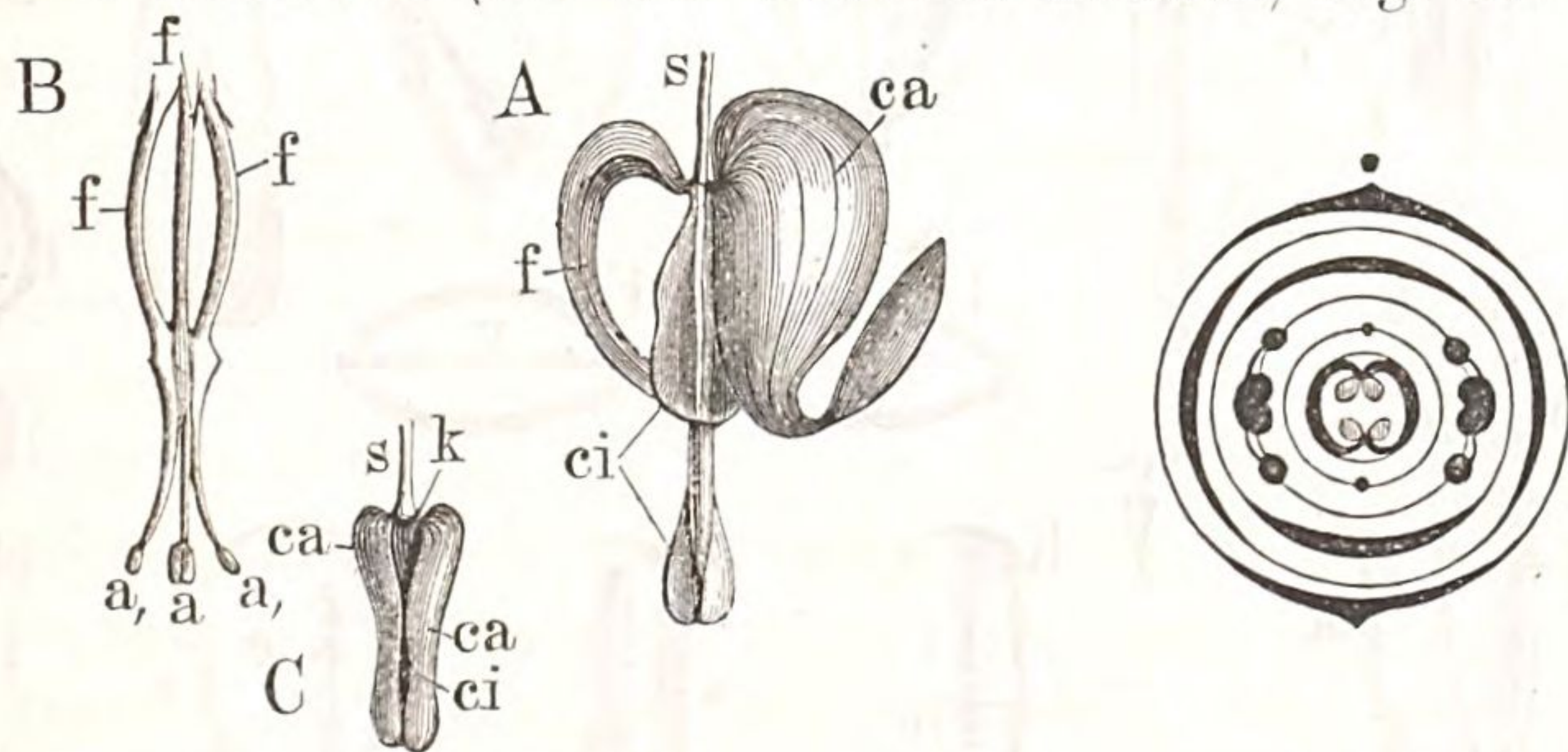


Fig. 217. A Blüte von *Diclytra spectabilis*, das eine äussere Kronenblatt ist entfernt; s Blütenstiel, ca äusseres, ci inneres Kronenblatt, f Staubfäden; B die drei Staubfäden der einen Seite von ihrer Fläche gesehen, f die Filamente, a die mittlere ganze, a, a, die seitlichen halben Antheren. C Blütenknospe, an der die rasch abfallenden Kelchblätter k noch erhalten sind (nat. Gr.). — Diagramm der Fumariaceenblüte.

zwei seitliche mit nur halber Anthere (die Hälften der beiden inneren, Fig. 217 B, a₁, a₁). Die Frucht schotenförmig vielsamig oder eine einsamige Schliessfrucht. Pflanzen ohne Milchsaft. Same endospermreich.

Diclytra spectabilis, beliebte Zierpflanze; beide äussere Kronenblätter gespornt; die beiden inneren schliessen mit löffelförmiger Spitze über den Antheren zusammen. — *Corydalis cava*, *solida* u. a. in Wäldern; nur das eine äussere Kronenblatt gespornt; Frucht zweiklappig aufspringend mit mehreren wandständigen Samen; die genannten Arten mit knolliger Stengelbasis, andere wie *C. lutea*, *aurea*, mit Rhizomen. — *Fumaria officinalis* und andere Arten auf Aeckern; im Fruchtknoten sind nur wenige Samenknospen, wovon nur eine zum Samen wird, Frucht eine kugelige Schliessfrucht.

Fam. 3. Cruciferae. Blüten meist actinomorph $K2 + 2 C \times 4 A2 + 2^2 G^{(2)}$. Die vier Kronenblätter stehen in einem Quirl, der mit den vier Kelchblättern alterniert, als wären diese ein Kreis. Es sind im Ganzen drei Perigonkreise, wie bei den beiden vorigen Familien; während aber dort nur der äusserste Kreis calicinisch ist, sind es hier die beiden äusseren; und der innerste, der hier allein corollinisch ist, ist hier nicht zwei- sondern viergliederig. Die äusseren beiden Staubfäden stehen seitlich, wie bei den anderen Familien; die beiden inneren, die bei den Fumaria-



Fig. 218. Diagramm der Cruciferenblüte.

ceen gespalten sind, sind hier verdoppelt und haben längere Filamente (Fig. 219 *B*, *bb*), als die äusseren (*a*), daher die Blüthe tetradynamisch. An der Basis des Fruchtknotens stehen häufig kleine Drüsen (Fig. 219 *B*, *d*). Der Fruchtknoten besteht aus zwei Fruchtblättern, welche an den verwachsenen Rändern die Samenknospen in zwei alternirenden Längsreihen tragen; diese beiden Placenten sind aber durch eine dünne Gewebeplatte verbunden, welche, da sie nicht von den Carpellrändern gebildet wird, als falsche Scheidewand zu bezeichnen ist (Fig. 219 *D**, *E**, *v*; Fig. 160 *C*, *w*).

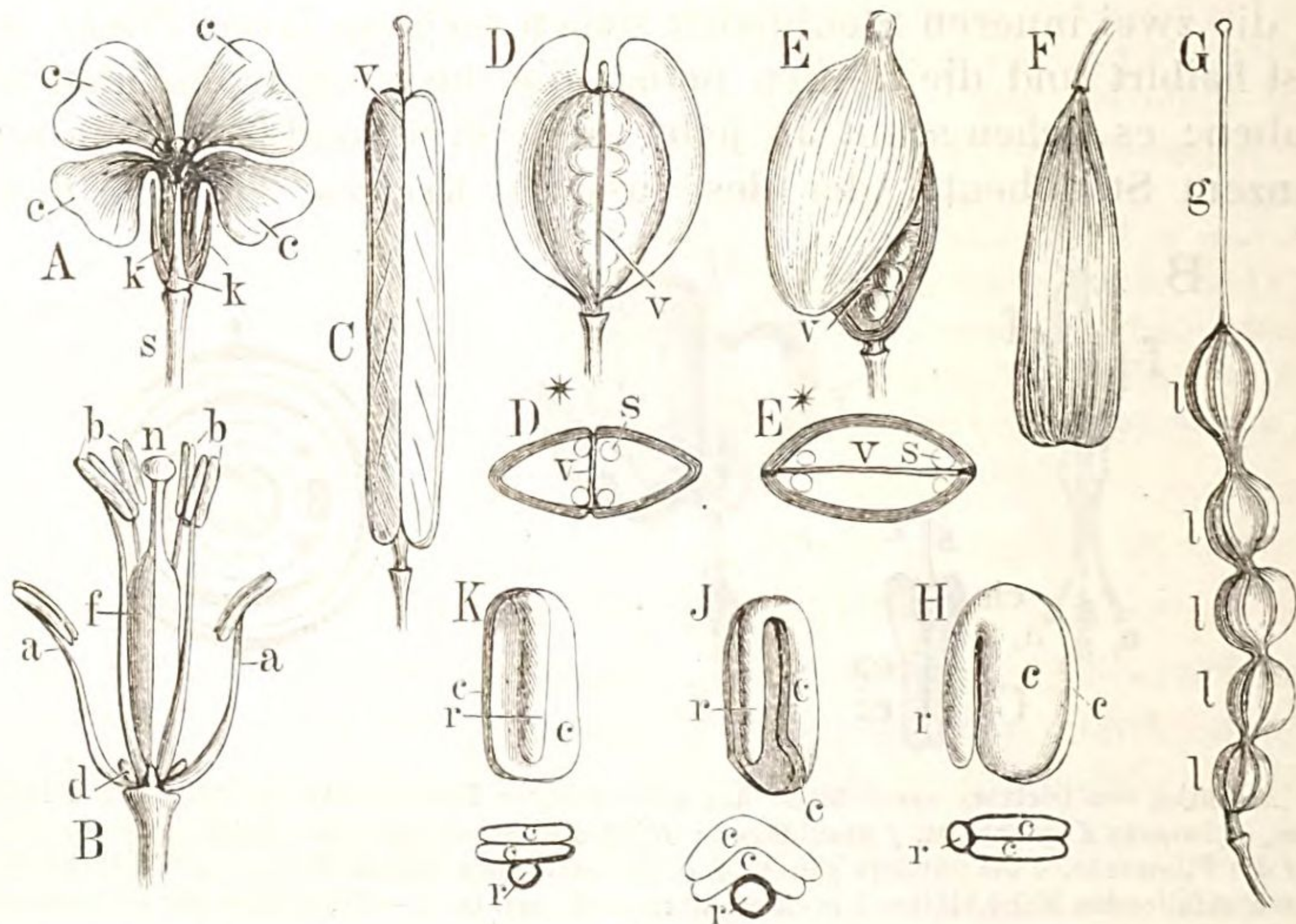


Fig. 219. Blüthen, Früchte und Embryonen verschiedener Cruciferen. *A* Blüthe von *Brassica* (nat. Gr.); *s* Blütenstiel, *kk* Kelch, *c* Krone. *B* dieselbe nach Wegnahme des Perigons stärker vergrössert; *aa* die beiden äusseren kürzeren Staubfäden, *b* die vier längeren inneren, *f* der Fruchtknoten, *n* Narbe. *C* Schote von *Brassica*, *v* Scheidewand; *D* angustiseptes Schötchen von *Thlaspi*; *E* latiseptes Schötchen von *Draba*, *D** und *E** die beiden im Querschnitt schematisch, *v* Scheidewand, *s* Samen. *F* Nussartige Schliessfrucht von *Isatis*. *G* Gliederschote von *Raphanus Rhabanistrum*, *g* Griffel, *lll* die einsamigen Glieder. *K-H* Schemata der gekrümmten Embryonen mit ihren Querschnitten, *r* Würzelchen, *cc* die Cotyledonen.

Beim Oeffnen der Frucht springt die Wandung in zwei, den Fruchtblättern entsprechenden Klappen ab, und die Scheidewand bleibt stehen, verbindet die Placenten, an welcher die Samen noch eine Zeit lang hängen bleiben (s. Fig. 160 *C*, p. 177).

Die Blüthen stehen in Trauben, in denen die Deckblätter unterdrückt sind; sind die unteren Blütenstiele länger als die oberen, so wird die Traube einem Ebenstrauß ähnlich und es sind dann gewöhnlich die unteren Blüthen zygomorph, indem die nach der Peripherie zugewendeten Blütenblätter grösser sind als die gegen die Traubenaxe gerichteten (*Iberis*).

Für die Eintheilung der Ordnung ist die Gestalt der Frucht von Wichtigkeit; dieselbe ist bei den einen viel länger als breit, eine Schote, siliqua (Fig. 219 *C*, 160 *C*); bei den anderen hingegen nicht viel länger oder ebenso lang als breit, ein Schötchen, silicula (Fig. 219 *D* und *E*). Letzteres ist gewöhnlich von einer Seite her etwas flachgedrückt und zwar entweder parallel mit der Scheidewand d. h. seitlich Fig. 219 *E* und *E**, so dass die

Scheidewand dem grössten Breitedurchmesser folgt, *latisept*, oder aber senkrecht auf die Scheidewand, d. h. *median*, Fig. 249 *D* und *D*¹, so dass die Scheidewand den kürzesten Breitedurchmesser einnimmt, *angustisept*. Auf wenige Gattungen sind Früchte mit nur einem oder wenigen Samen beschränkt, welche nicht aufspringen (z. B. *Isatis*, Fig. 249 *F*), sowie sog. Gliederschoten, welche zwischen den einzelnen Samen Querscheidewände besitzen und bei der Reife sich der Quere nach in einzelne Glieder trennen (z. B. *Rhaphanus* Fig. 249 *G*).

Der Embryo ist im Samen in verschiedener Weise gekrümmt, indem entweder das Würzelchen der ebenen Fläche des einen Cotyledons aufliegt, Fig. 249 *K*, *cotyledones incumbentes*, Notorhizeen (schematischer Querschnitt: $\bigcirc||$); oder bei derselben Lage des Würzelchens die Cotyledonen gefaltet sind, Fig. 249 *J*, *cotyledones incumbentes plicatae*, Orthoploceen (schem. Querschn.: $\bigcirc\rangle\rangle$); oder drittens es liegt das Würzelchen seitlich an beiden Cotyledonen, Fig. 249 *H*, *cotyledones accumbentes*, Pleurorhizeen ($\bigcirc=$); seltener sind die Cotyledonen spiralig gerollt, so dass sie auf dem Querschnitt zweimal durchschnitten werden, Spirolobeen $\bigcirc|||$, oder endlich doppelt gefaltet, so dass sie auf dem Querschnitt viermal erscheinen: Diplecolobeen: $\bigcirc|||$.

Die Samen enthalten viel fettes Oel.

A. *Siliquosae*. Frucht eine Schote, mehrmals länger als breit.

Unterfam. 1. *Arabideae*. $\bigcirc=$. *Cheiranthus* *Cheiri*, Goldlack, *Matthiola* *annua* und *incana*, Levkoje häufig als Zierpflanzen cultivirt. — *Nasturtium* *officinale*, Brunnenkresse.

Unterfam. 2. *Sisymbrieae*. $\bigcirc||$. *Sisymbrium* *officinale*, überall auf Schutt, *Erysimum* an Mauern.

Unterfam. 3. *Brassicaceae*. $\bigcirc\rangle\rangle$. Als Culturpflanzen sind die Arten der Gattung *Brassica* mit ihren Varietäten wichtig: *Brassica oleracea*, Kohl, mit folgenden Varietäten: *acephala* Gartengrünkohl, *bullata* Wirsing, *capitata* Kopfkohl, *gongylodes* mit oberirdisch angeschwollener Stengelbasis, Kohlrabi; *botrytis* mit verwachsenen fleischigen Blütenstielen und fehlschlagenden Blüten, Blumenkohl; *gemifera* mit zahlreichen seitlichen Laubknospen, Rosenkohl. *Brassica Rapa*, Rübenkohl mit grasgrünen, rauhen Blättern und gleichhoher Blüthentraube, sowie *Brassica Napus* mit blaugrünen kahlen Blättern und verlängerter Blüthentraube werden beide sowohl als Oelpflanzen, als mit unterirdischen fleischigen Organen gebaut. Von *B. Rapa* stammen var. *campestris* Sommerrübenkohl und *oleifera* Winterrübenkohl als Oelpflanzen, sowie var. *rapifera* mit fleischiger Wurzel, weisse Rübe. Dagegen von *B. Napus* var. *annua* Sommerraps, *hiemalis* Winterraps als Oelpflanzen, und var. *napobrassica* mit unterirdisch verdicktem Stengel, Bodenkohlrübe. — *Brassica nigra* und *Sinapis alba* Senf.

B. *Siliculosae*. Frucht ein Schötchen.

Unterfam. 4. *Latiseptae*. $\bigcirc=$ oder $\bigcirc||$. *Cochlearia* *officinalis* Löffelkraut, *C. Armoracia* mit starker Wurzel, Meerrettig. — *Alyssum* *calicinum*, *Farsetia* *incana*, *Draba* *verna* (Fig. 249 *E*) häufige Unkräuter.

Unterfam. 5. *Angustiseptae*. Cotyledonen verschiedenartig gekrümmt. *Thlaspi arvense* (Fig. 2 *D*), *perfoliatum*, *Capsella* *Bursa pastoris* sind häufige Unkräuter; bei letzterer sind nicht selten die Kronenblätter in Staubfäden verwandelt.

C. *Nucamentaceae*. Frucht eine nussartige, einsamige Schliessfrucht. —

Isatis tinctoria, Waid, mit flachgedrückten hängenden Früchten (Fig. 249 *F*) wird zur Indigobereitung benutzt. —

D. Lomentaceae. Frucht eine Gliederschote (Fig. 219 G).

Rhaphanus sativus Rettig, mit fleischiger rübenförmiger Wurzel, Rh. *Rhaphanistrum* häufiges Unkraut.

Officinell: *Herba Cochleariae* von *Cochlearia officinalis* in Nordeuropa; *Semen Sinapis nigrae* von *Brassica nigra*, schwarzer Senf, früher auch *Semen Sinapis albae* von *Sinapis alba*, weisser Senf.

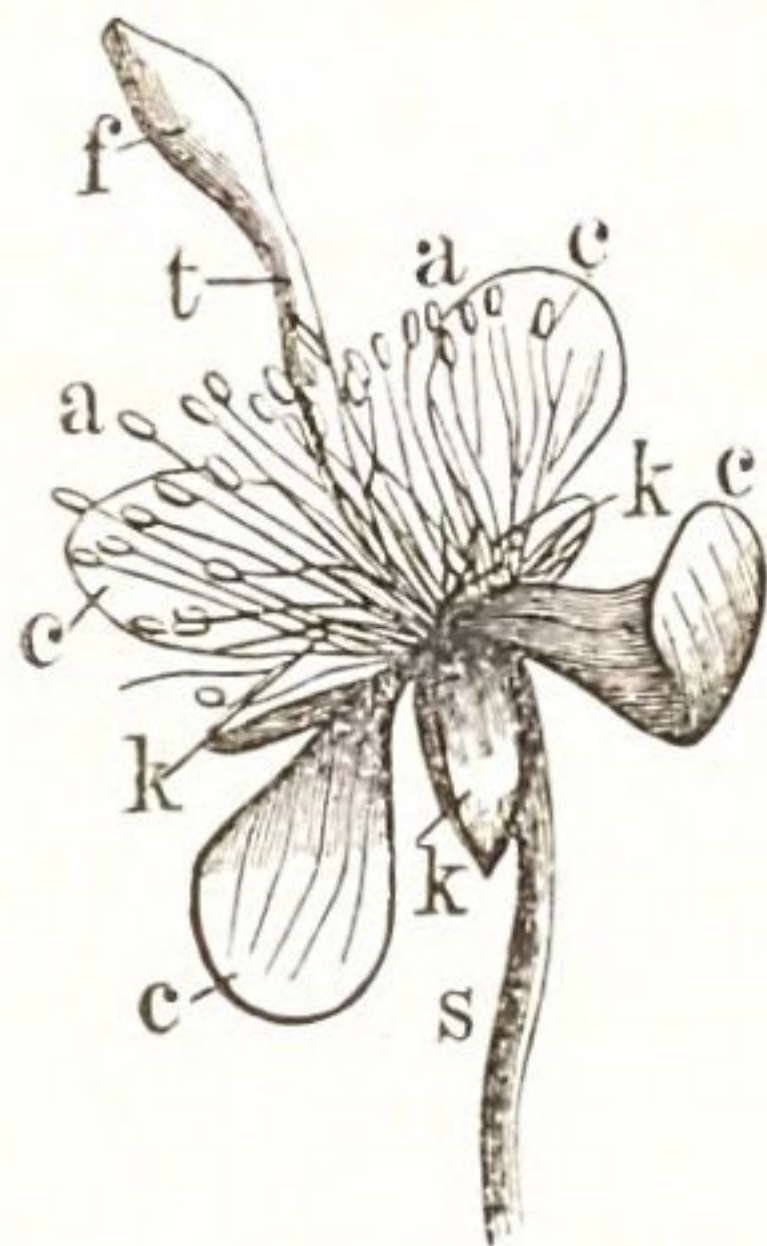


Fig. 220. Blüthe von *Capparis spinosa* (nat. Gr.). s Blüthenstiel, k Kelch, c Krone, a Staubfäden, f Fruchtknoten mit Gynophorum t.

Fam. 1. *Capparideae*. Blüten actinomorph. $K2 + 2C \times 4 A2 + 2^2$ oder $\infty G(2)$ oder (∞) Staubfäden nicht tetradynamisch; Fruchtknoten von einer besonderen Axenverlängerung (Fig. 220 t) getragen. Frucht schoten- oder beerenartig.

Die Blütenknospen von *Capparis spinosa* in Südeuropa sind die sog. Kappern.

Ordnung 43. Cistiflorae.

Blüthen cyclisch, mit Kelch und Krone, vorherrschend pentamer hypogyn. Kelch mit deckender Knospenlage, Staubfäden meist zahl-

reich in Folge von Verzweigung, bei einzelnen jedoch in gleicher oder doppelter Anzahl wie die Kronenblätter. Carpelle syncarp, häufig weniger als Kelchblätter; Fruchtknoten ein- oder mehrfächerig, nie mit falscher Scheidewand.

Fam. 1. *Resedaceae*. Blüten zygomorph, im Perigon 5 bis 8 gliederig, die Kronenblätter in ihrem oberen Theile zerschlitzt, Staubfäden 10 oder mehr; Fruchtblätter 2—6 einen einfächerigen oben stets geöffneten Fruchtknoten bildend mit wandständigen zahlreichen Samenknospen. Blütenstand eine einfache Traube, ohne Vorblätter. Same ohne Endosperm.

Reseda lutea, Wau, wird in der Färberei benutzt; *R. odorata*, verbreitete Zierpflanze.

Fam. 2. *Cistineae*. Blüten actinomorph, meist pentamer. Von den fünf Kelchblättern sind gewöhnlich die beiden äusseren kleiner, fehlen bisweilen ganz. Staubfäden zahlreich, wahrscheinlich durch Verzweigung. Fruchtblätter drei oder fünf, einen ein- oder mehrfächerigen Fruchtknoten bildend. Samenknospen gerade. Same mit Endosperm. Bäume oder Stauden mit oft opponirten Blättern, mit Nebenblättern.

Cistus ladaniferus, *creticus* u. a. Arten in Südeuropa schwitzen ein balsamisches Harz aus. — *Helianthemum vulgare*, ein bei uns sehr häufiger Halbstrauch.

Fam. 3. *Bixaceae*. *Bixa Orellana* in America enthält im Samen einen rothgelben Farbstoff, der als Terra Orellana in den Handel kommt.



Fig. 221. Diagramm von *Hypericum*.

Fam. 4. *Hypericineae*. $K5 C5 A0 + 5\infty G(5)$ oder $A0 + 3\infty G(3)$. Die fünf verzweigten Staubfäden sind den Kronenblättern superponirt, weil ein äusserer, bei einigen ausländischen Gattungen durch Staminodien angedeuteter Staubfadenkreis fehlschlägt. Fruchtknoten ein- oder mehrfächerig oder mehrkammerig; Samenknospen zahlreich wandständig, anatrop.

Same ohne Endosperm. Kräuter oder Halbsträucher mit decussirten ganzen Blättern, die von zahlreichen Oelbehältern durchsichtig punctirt sind, ohne Nebenblätter.

Hypericum perforatum, hirsutum, humifusum u. a. Arten bei uns in Wäldern, Auen nicht selten.

Fam. 5. *Elatineae*. Wasserpflanzen mit quirligen oder decussirten ganzen Blättern; Blüthen actinomorph, zwittrig, 4 bis 6zählig. $Kn\ Cn\ An + n\ G^{(n)}$. Blüthen einzeln in den Blattachsen ohne Vorblätter.

Elatine Alsinastrum u. a. Arten, nicht häufig.

Fam. 6. *Tamariscineae*. Blüthen actinomorph, zwittrig vier- oder fünfgliedrig, mit einem oder zwei Staubfadenkreisen. Fruchtknoten meist trimer, einfächerig mit grund- oder wandständigen Samenknospen. Kapsel loculicid. Same ohne Endosperm mit haarigem Schopf. Blüthen in Trauben oder Aehren.

Myricaria germanica, Tamariske, an Flussufern, mit monadelphischen Staubfäden. *Tamarix* in Südeuropa.

Fam. 7. *Ternströmiaceae*. Blüthen im Perigon (und oft im Androeum) spiralig, der Kelch von den zahlreichen Hochblättern nicht scharf geschieden. Staubfäden zahlreich. Fruchtknoten mehrfächerig. Bäume oder Sträucher mit zerstreut gestellten, ganzen, meist lederartigen Blättern, ohne Nebenblätter.

Camellia japonica, bekannte Zierpflanze. — *Thea chinensis*; die getrockneten Blätter sind der bekannte Thee; die Sorten des schwarzen und grünen Thees unterscheiden sich nur durch die Behandlungsweise der Blätter beim Trocknen.

Fam. 8. *Clusiaceae*. Bäume oder Sträucher mit diclinischen Blüthen. — Officinell: Gummi Gutti von *Garcinia Morella* (Ostindien).

Fam. 9. *Dipterocarpeae*. Bäume, meist mit Nebenblättern. Der Kelch vergrößert sich bei der Fruchtreife bedeutend.

Dryobalanops Camphora in Sumatra und Borneo liefert den sogenannten Borneo-campher.

Fam. 10. *Violarieae*. Blüthen $K\bar{5}\ C\bar{5}\ A\bar{5}\ G^{(3)}$, stets seitlich; Samenknospen anatrop, an der Wand des einfächerigen Fruchtknotens. Frucht eine loculicide Kapsel (Fig. 222 C). Same mit Endosperm. Die bei uns einheimischen Pflanzen haben zygomorphe Blüthen; das vordere untere Kronenblatt ist in einen Sporn verlängert (Fig. 222 A, cs), in welchem der von den spornförmigen Anhängseln der unteren Staubfäden (Fig. 222 A, fs) abgeschiedene Nectar sich ansammelt. Die Kelchblätter besitzen an der Basis Anhängsel (Fig. 222 A, ls).

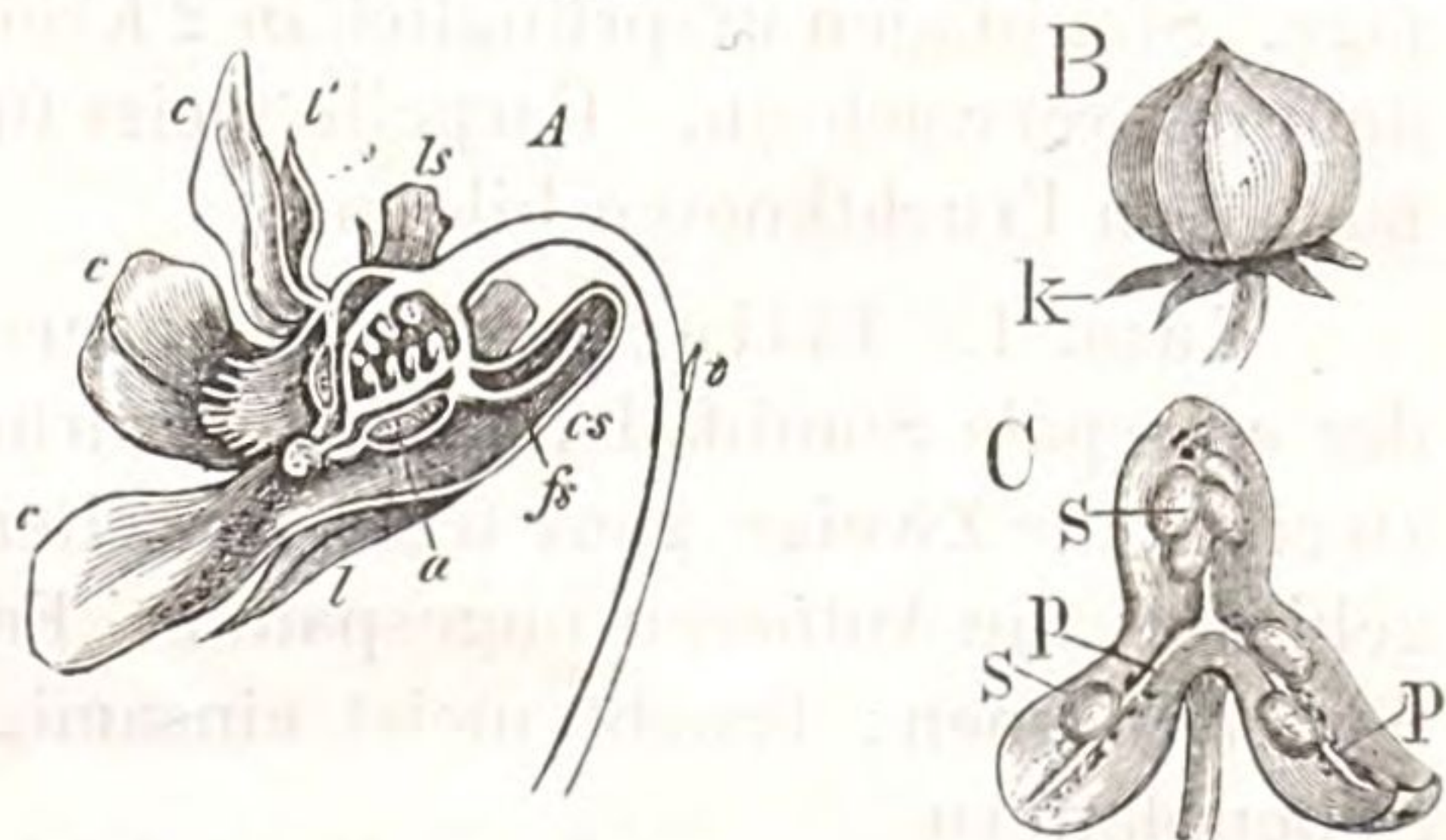


Fig. 222. *Viola tricolor*. A Blüthe im Längsschnitt. v Vorblatt des Blütenstiels; l Kelchblätter, ls deren Anhängsel; c Kronenblätter, cs der Sporn des unteren Kronenblattes; fs spornförmiges Anhängsel der unteren Staubfäden; a Antheren (nach Sachs). B reife Frucht, k Kelch, C dieselbe aufgesprungen; p Placenten, s Samen (wenig vergr.).

Viola, Veilchen; manche Arten besitzen nur einen unterirdischen Stamm, der schuppenartige Niederblätter, gestielte Laubblätter und einblüthige mit Vorblättern versehene Blütenstiele treibt, so *V. odorata*, Märzenveilchen, mit Ausläufern; *V. hirta*, *collina* u. a. ohne Ausläufer. Bei anderen dagegen stehen die Blütenstiele seitlich an oberirdischen mit Laubblättern besetzten Stengeln, so bei *V. canina*. Bei *V. mirabilis* sind diese beiden Formen derart vereinigt, dass im Frühjahr vom Rhizome Blüten mit grossen blauen Kronenblättern emporkommen, die aber stets unfruchtbar sind, erst später erscheinen an oberirdischen Laubstengeln unscheinbare Blüten mit winzigen Kronenblättern; nur diese sind fruchtbar. Bei *V. tricolor* und verwandten Arten sind die Nebenblätter gross, fiederspaltig oder getheilt, grün.

Officinell: Herba Jaceae von *Viola tricolor*.

Fam. 11. *Droseraceae*. Blüten $K\bar{5} C\bar{5} A\bar{5}$ oder mehr $G^{(3)}$ oder $^{(5)}$, actinomorph; Fruchtknoten einfächerig, Samenknochen wand- seltener grundständig. Kräuter ohne Nebenblätter mit drüsigen, haarähnlichen Anhängseln, welche zum Insectenfang dienen.

Drosera mit wickeliger Inflorescenz auf blattlosem Schaft, meist grundständigen Blättern, die am Rande und der Oberseite mit den haarähnlichen (aber von Fibrovasalsträngen durchzogenen) Anhängseln besetzt sind (s. oben S. 83 Fig. 72); *D. rotundifolia*, *longifolia* nicht selten auf Mooren. — *Aldrovanda vesiculosa* schwimmende Wasserpflanze mit quirlständigen Blättern, welche sich in Folge von Reiz zusammenklappen, Blüten einzeln, axillär. — *Dionaea muscipula*, Fliegenfalle aus Nordamerika mit ebenfalls zusammenklappenden Blättern; Blüten mit 10—20 Staubfäden, grundständigen Samenknochen.

Fam. 12. *Sarraceniaceae*. Blüten actinomorph, hermaphrodit, mit 15 oder mehr Staubfäden.

Sarracenia und *Darlingtonia* sind durch den eigenthümlichen hohlen Bau der Blattspreite ebenfalls für den Insectenfang eingerichtet.

Fam. 13. *Nepentheae*. Blüten diöcisch, actinomorph mit einfachem Perianth.

Merkwürdig ist die krugförmige Ausbildung der Blattspreite bei *Nepenthes*, welche ebenfalls dem Insectenfang dient.

Ordnung 14. *Columniferae*.

Blüten cyclisch, mit Kelch und Krone, vorherrschend pentamer, actinomorph, hypogyn, Kelch mit klappiger, Krone mit convolutiver Knospelage. Staubfäden ursprünglich in 2 Kreisen, fast stets verzweigt und ausserdem oft verwachsen. Carpelle meist fünf oder mehr, einen syncarpen gefächerten Fruchtknoten bildend.

Fam. 1. *Tiliaceae*. Bei unseren einheimischen Repräsentanten ist der epise pale Staubfadenkreis unterdrückt, die Glieder des epipetalen verzweigt, die Zweige ganz frei, zuweilen die innersten zu Staminodien umgebildet; die Antheren ungespalten. Fruchtknoten fünffächerig mit je zwei Samenknochen; Frucht meist einsamig. Meist Bäume oder Sträucher mit Nebenblättern.

Die einzige bei uns einheimische Gattung ist *Tilia*, Linde. Blätter zweizeilig mit abfallenden Nebenblättern; Jahrestriebe ohne Gipfelknospe. Die Blütenstände mit einem eigenthümlichen Blatt, dem »Flügelblatt« theilweise verwachsen, dessen Stellung aus Folgendem erhellt. In der Achsel der meisten Blätter steht eine Knospe nebst einem Blütenstand (Fig. 223); das Flügelblatt (Fig. 223 h) und die gegenüberstehende Knospenschuppe sind die beiden ersten Blätter des in der Blattachsel befindlichen Sprosses, der mit dem Blütenstande abschliesst und welchem

das Flügelblatt eine Strecke weit anwächst. Die Winterknospe steht in der Achsel der oben erwähnten ersten Knospenschuppe. Der Blütenstand selbst schliesst mit einer Endblüthe, aus der Achsel zweier Hochblätter kommen weitere Blüten, aus deren Vorblättern sich die Verzweigung wiederholen kann — *T. grandifolia*, Sommerlinde mit wenigblüthigem Blütenstande, unterseits hellergrünen, in den Nervenwinkeln weissbärtigen Blättern und *T. parvifolia*, Winterlinde, mit reichblüthigerem Blütenstand, unterseits blaugrünen, rothbärtigen Blättern. Bei den americanischen Arten und der osteuropäischen *T. tomentosa* sind die innersten Staubfadenzweige Staminodien. — *Corchorus* in Ostindien liefert die als Jute bekannte Gespinnstfaser.

Officinell: Flores Tiliae von *Tilia grandifolia* und *parvifolia*.



Fig. 223. Blütenstand der Linde *Tilia grandifolia*; a Zweig, b Blattstiel mit Achselknospe; h Flügelblatt; k Kelch, c Krone, s Staubfäden, f Fruchtknoten, kn Blütenknospen (nat. Gr.).

Fam. 2. Sterculiaceae. Kelch gamosepal; die epipetalen Staubfäden meist verdoppelt oder verzweigt, die episepalen sind Staminodien oder unterdrückt. Antheren bisweilen gespalten. Die Krone fehlt zuweilen.

Theobroma Cacao, ein aus dem tropischen America stammender Baum. Die Samen, welche einen stickstoffhaltigen Körper, das Theobromin und festes Fett enthalten, dienen zur Bereitung der Chocolate, auch officinell.

Fam. 3. Malvaceae. Kelch meist gamophyll, Krone an der Basis etwas mit dem Andröceum verwachsen; letzteres bildet eine oben in zahlreiche Zweige auseinandergehende Röhre (Fig. 224 s), verwachsen aus fünf episepalen verzweigten Staubfäden, deren Antheren ebenfalls gespalten, daher »einfächerig« sind (Fig. 224 A, a). Fruchtknoten aus meist vielen Carpellen gebildet, vielfächerig (Fig. 224 C, f), mit meist je einer Samenknospe in jedem Fach (Fig. 224 D, s). An der Basis der Blüthe häufig eine von Hochblättern gebildete Hülle, der Aussenkelch. Sträucher oder Kräuter mit Nebenblättern und meist handförmiger Nervatur der Blätter.

Malva mit dreiblättrigem, *Hibiscus* mit vielblättrigem, *Althaea* mit sechs- bis neunspaltigem Aussenkelch, in mehreren Arten cultivirt, so *Althaea rosea* mit hohem Stengel, auch einheimisch wie *Malva silvestris* u. a. — *Gossypium herbaceum* aus Aegypten, *arborescens* und *religiosum* aus Ostindien, *peruvianum* und *hirsutum* aus America liefern die Baumwolle, welche aus den langen Haaren der Samenschale besteht.

Officinell: Folia Malvae von *Malva vulgaris* und *M. silvestris*; Flores Malvae von *Malva silvestris*, Flores Malvae arboreae von *Althaea rosea* (Orient); Radix Althaeae von *Althaea officinalis*, Eibisch.

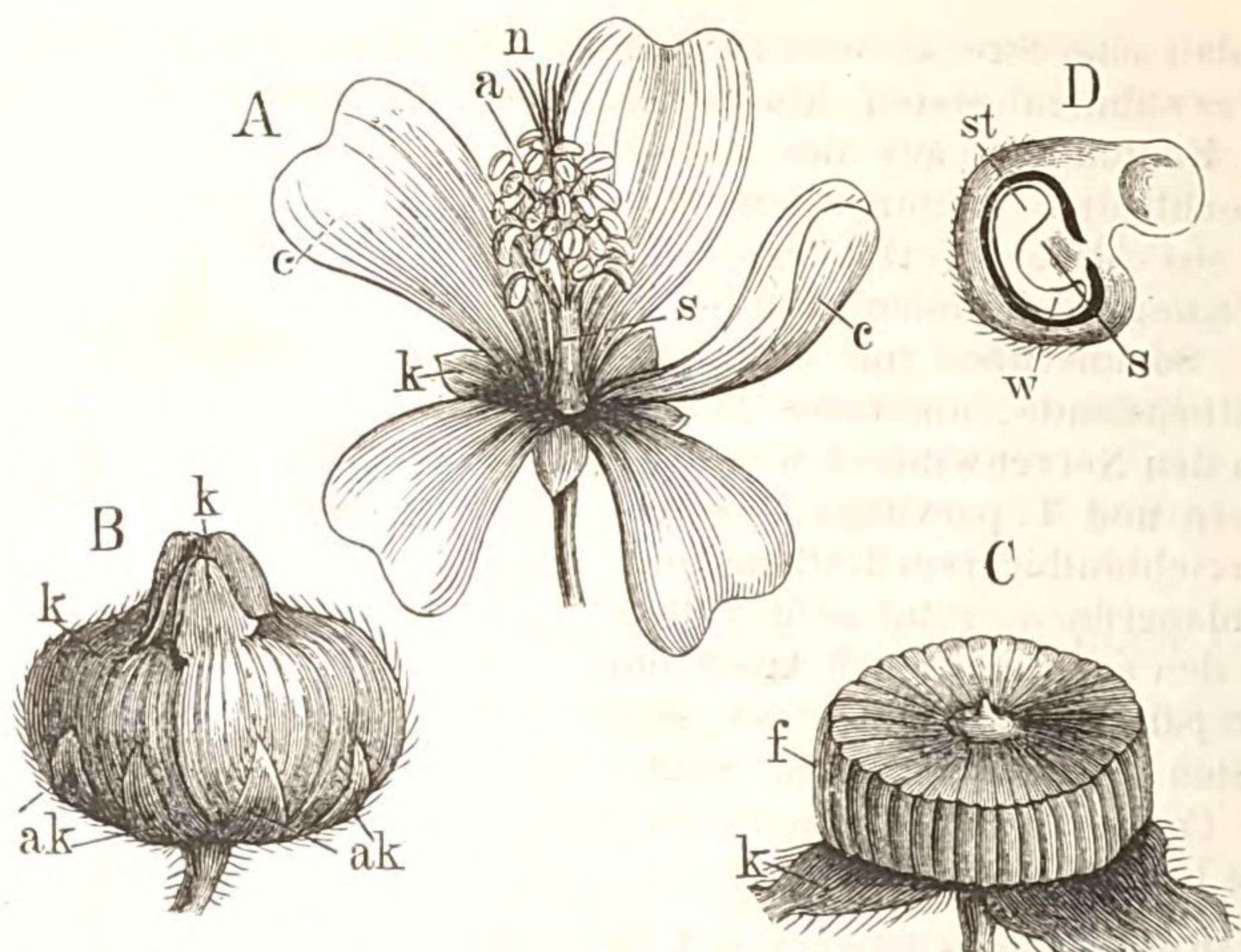


Fig. 224. A Blüthe von *Malva Alcea* (natürl. Gr.). *k* Kelch, *c* Krone, *s* die verwachsenen Staubfäden mit den Antheren *a*, *n* Narben. B Frucht von *Althaea rosea* im Kelch *k* eingeschlossen, *ak* Aussenkelch; C dieselbe nach Entfernung des Kelches. D ein einzelnes Fach derselben im Längsschnitte, *s* der Same, *w* Würzelchen, *st* Cotyledonen des Embryos (vergr.).

D. Eucyclicae.

Blüthen meist hypogyn, cyclisch, fünf- oder vierzählig, mit Kelch und Krone und zwei mit der Krone gleichzähligen Staubfadenkreisen, nur selten mit mehr Staubfäden. Fruchtknoten syncarp.

Ordnung 15. Gruinales.

Blüthen meist durchgehends fünfzählig, die Fruchtblätter den Kronenblättern superponirt, Fruchtknoten meist fünffächerig mit hängenden Samenknospen, deren Mikropyle nach innen liegt. Kein Discus. $K5\ C5\ A5 + 5\ | \ G\ (5)$.

Fam. 4. Geraniaceae. Blüthen meist actinomorph, in jedem Fruchtknotenfach zwei Samenknospen. Der Fruchtknoten verlängert sich nach oben in einen Schnabel (Fig. 225 A, *a*), die Frucht öffnet sich von unten her septifrag, wobei die Klappen sich spiralig nach oben einrollen (Fig. 225 B). Kräuter mit Nebenblättern.

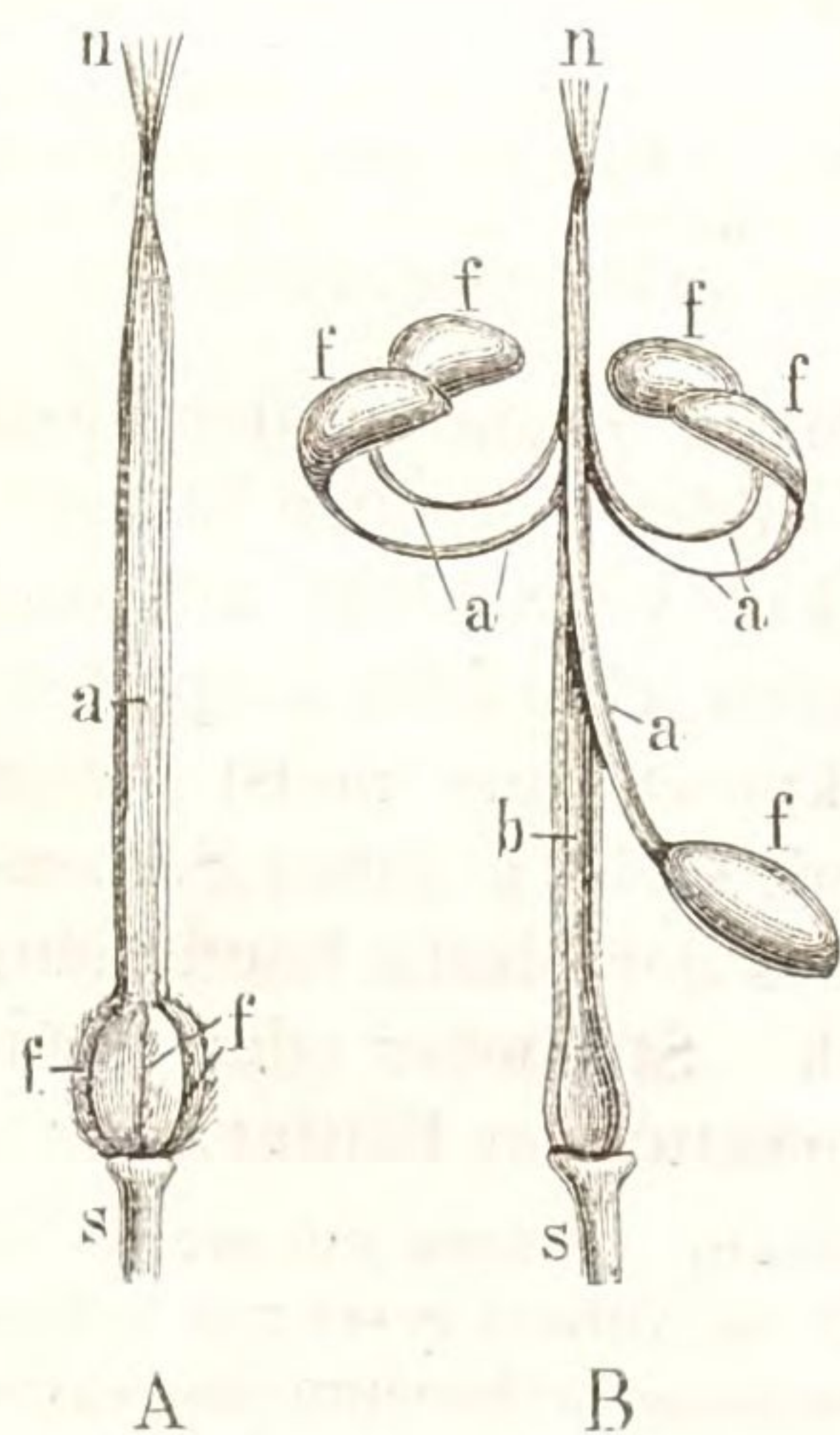


Fig. 225. Frucht von *Geranium*, A vor, B nach dem Aufspringen; *s* Blütenstiel, *f* die Fächer des Fruchtknotens, *a* der Schnabel, *n* Narben; *b* der mittlere Theil der Scheidewände (etwas vergrößert).

Geranium in mehreren Arten bei uns einheimisch. — *Erodium*; die Kronstaubfäden sind Staminodien; *E. cicutarium* auf Aeckern; von *E. gruinum* in Südeuropa werden die Fruchtschnäbel als Hygroskope verwendet. — *Pelargonium* mit zygomorpher Blüthe, deren hinteres Kelchblatt in einen der Axe angewachsenen Sporn ausläuft; *P. zonale* u. a. bekannte Zierpflanzen.

Fam. 2. Lineae. Blüten actinomorph, $K\bar{5} C\bar{5} A\bar{5} + \bar{5} | G(\bar{5})$, seltener viergliedrig; die Kronstaubfäden sind Staminodien. Fruchtknoten-fächer durch eine unvollständige falsche Scheidewand getheilt, jede Abtheilung mit einer Samenknospe. Kapsel loculicid. Meist Kräuter mit einfachen Blättern mit oder ohne Nebenblätter.

Linum usitatissimum, Flachs, Lein. Die starken Bastfasern werden zu Gespinnsten verarbeitet, die Samen enthalten Oel; die äussersten Zellwände der Samenschale sind verschleimt.

Officinell: Semen Lini von *Linum usitatissimum*.

Fam. 3. Oxalideae. Blüten actinomorph, $K\bar{5} C\bar{5} A\bar{5} + \bar{5} | G(\bar{5})$; Staubfäden an der Basis untereinander verwachsen, die Kelchstaubfäden länger. Samenknospen zahlreich. Frucht eine Kapsel oder seltener Beere. Same endospermreich. Meist Kräuter ohne Nebenblätter, mit zusammengesetzten Blättern (s. Fig. 71).

Oxalis Acetosella, Sauerklee, in Wäldern, enthält sehr viel Kaliumoxalat. Die verdickten Wurzeln oder unterirdischen Stengel einiger americanischen Arten (*O. esculenta*, *crenata*, *Deppei*) enthalten viel Schleim und werden gegessen.

Fam. 4. Balsamineae. Blüten zygomorph $K\bar{5} C\bar{5} A\bar{5} + 0 | G(\bar{5})$. Das hintere Kelchblatt mit Sporn, die beiden vorderen kleiner oder ganz fehlend; das vordere Kronenblatt grösser. Fruchtknoten fünffächerig mit zahlreichen Samenknospen in jedem Fach; die Frucht springt elastisch septifrag auf mit Loslösung der Aussenwand von der Mittelsäule. Kräuter mit durchscheinendem Stengel, einfachen Blättern, ohne Nebenblätter.

Impatiens Noli tangere, deren reife Frucht bei der geringsten Berührung aufspringt, in Wäldern. I. Balsamina verbreitete Zierpflanze aus Ostindien.

Fam. 5. Tropaeoleae. Blüten zygomorph, $K\bar{5} C\bar{5} A\bar{4} + 4 | G(\bar{3})$. Das hintere Kelchblatt mit Sporn, die drei unteren Kronenblätter mit Nagel, gewimpert, die beiden medianen Staubfäden (also je einer jedes Kreises) unterdrückt. Fruchtknoten dreifächerig mit je einer Samenknospe. Kräuter ohne Nebenblätter.

Tropaeolum maius und *minus*, Kapucinerkresse, mit schildförmigen Blättern, verbreitete Zierpflanzen aus Peru.

Ordnung 16. Terebinthinae.

Blüten meist durchgehends fünfzählig, Carpelle epipetal, Fruchtknoten meist fünffächerig. Ein Discus zwischen Androeceum und Gynaeceum.

Fam. 1. Zygophylleae. Blüten actinomorph, hermaphrodit, fünf- oder vierzählig. Kräuter oder Holzpflanzen mit decussirten paarig gefiederten Blättern und Nebenblättern.

Officinell: Lignum und Resina Guajaci von *Guajacum officinale* (Westindien), dessen Holz »Pockholz« durch ausserordentliche Härte und Schwere ausgezeichnet ist.

Fam. 2. Rutaceae. Blüten meist actinomorph, Fruchtknoten bisweilen theilweise apocarp, doch meist mit verwachsenen Griffeln; Antheren intrors. In den Blättern und der Rinde Oelbehälter.

Unterfamilie 1. Ruteae. Placenten in die Fruchtknotenächer vorspringend mit 3 oder mehr Samenknospen. Same mit Endosperm; Frucht eine loculicide Kapsel.

Ruta graveolens, in Südeuropa mit fünfzähligen Gipfelblüthen, vierzähligen Seitenblüthen; *Dictamnus Fraxinella* mit zygomorph ausgebildeter Blüthe.

Unterfamilie 2. Diosmeae. Fruchtknotenfächer mit nur zwei Samenknospen. Blätter stets einfach.

Barosma, *Agathosma*, *Empleurum*.

Unterfamilie 3. Xanthoxyleae. Blüthen meist polygam-diöcisch.

Xanthoxylum fraxineum aus Nordamerika, bisweilen cultivirter Strauch.

Unterfamilie 4. Toddalieae. Fruchtknoten vollkommen syncarp, saftige oder trockene geflügelte Schliessfrucht.

Ptelea trifoliata, Zierstrauch aus Nordamerika, mit dreizähligen Blättern, weissen Blüthen.

Unterfamilie 5. Aurantieae. Fruchtknoten syncarp, meist vielgliederig; Frucht eine Beere; Kelch gamophyll.

Citrus mit zahlreichen, in eine unbestimmte Anzahl von Bündeln verwachsenen Staubfäden (Fig. 227 A), die durch die Verzweigung der fünf episepalen Staubfäden entstanden sind. Fruchtknotenfächer (und Carpelle) meist mehr als Kronenblätter, während der Fruchtreife von einem saftigen, der Wandung entsprossenden Gewebe ausgefüllt. In den Blüthetheilen und der Frucht findet sich reichlich ätherisches Oel. Die Blätter, ursprünglich gefiedert, sind auf das Endblättchen reducirt, wie sich aus der Gliederung zwischen der Spreite und dem geflügelten Blattstiel ergibt (s. Fig. 44 G, p. 44).



Fig. 226. Diagramm der Blüthe von *Dictamnus*.

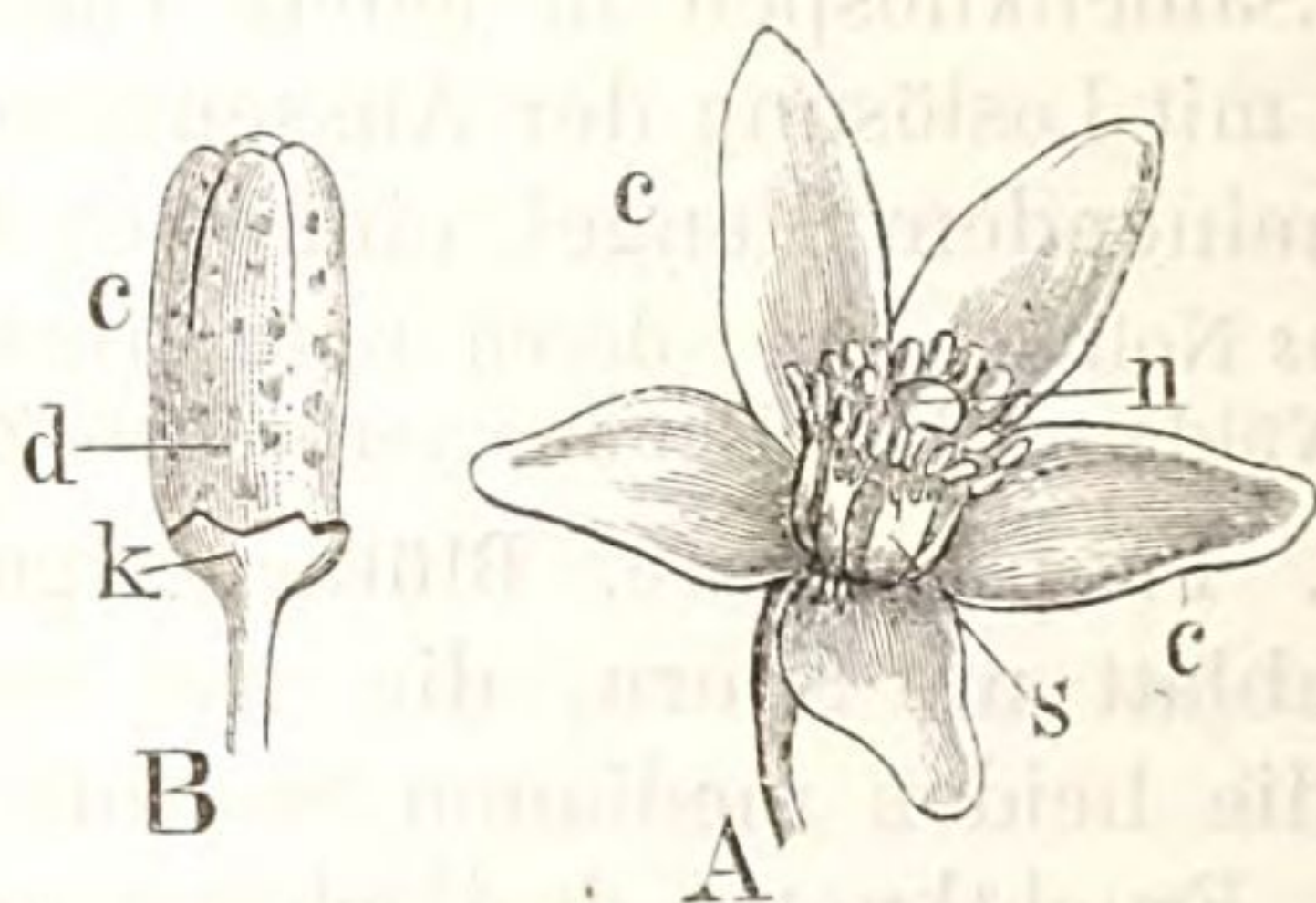
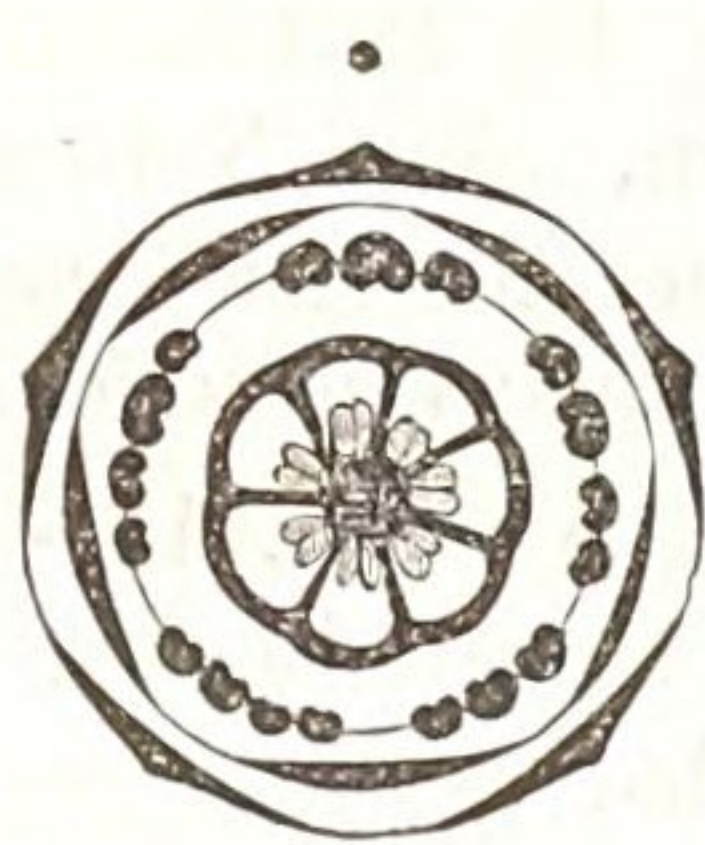


Fig. 227. Blüthe und Diagramm von *Citrus*. A geöffnet, c Krone, s die theilweise verwachsenen Staubfäden, n Narbe; B Knospe, k Kelch, c Krone, d die Oeldrüsen.

Citrus medica und *Limonum*, Citrone; *Citrus vulgaris* = *C. Aurantium* in verschiedenen Varietäten, Orange, in Südeuropa, ursprünglich aus dem tropischen Asien stammend.

Officinell: *Folia Rutae* von *Ruta graveolens*; *Folia*, *Flores*, *Fructus immaturi* und *Cortex Fructus Aurantii* von *Citrus vulgaris*, und zwar der bitteren Varietät; *Cortex Fructus Citri* von *Citrus Limonum* und *medica*; früher auch *Folia Bucco* von südafrikanischen *Barosma*-Arten.

Fam. 3. Meliaceae. Staubfäden monadelphisch mit Anhängseln (*Stipulae*) der Filamente; keine Oelbehälter in den Blättern und der Rinde.

Von *Swietenia Mahagoni* in America stammt das Acajou- oder Mahagoniholz; andere Repräsentanten liefern theils farbige, theils durch ihre Festigkeit ausgezeichnete Hölzer; das von *Cedrela*-Arten wird oft fälschlich Cedernholz genannt (Cigarrenkistchen).

Fam. 4. Simarubeae. Blüthen stets actinomorph, bisweilen diclin. Keine Oelbehälter, aber Rinde und Holz mit Bitterstoff.

Ailanthus glandulosa, Götterbaum, aus China mit vielpaarig gefiederten Blättern, geflügelter Schliessfrucht, häufiger Zierbaum.

Officinell: Lignum Quassiae von *Quassia amara* (Südamerika).

Fam. 5. *Burseraceae*. Blüten actinomorph, Fruchtknoten syncarp mit 2 Samenknospen in jedem Fach. Im Baste Harzgänge.

Officinell: Olibanum, Gummiharz von *Boswellia serrata* (Ostafrika) Myrrhe, Gummiharz von *Balsamodendron* Myrrha und anderen Arten (Arabien), Elemi, Harz von *Icica Icicariba* (Südamerika).

Fam. 6. *Terebinthaceae*. Fruchtknoten oft weniggliedrig, oft nur ein Fruchtblatt vollkommen ausgebildet, zwei andere nur als Griffel oder Narben. — Harzgänge.

Rhus in mehreren Arten häufige Ziersträucher; bei *Rh. Cotinus* Perückenstrauch (Südeuropa) abortiren viele Blüten, während die behaarten Blütenstiele sich sehr verlängern; *Rh. Coriaria* (Südeuropa) findet in der Gerberei Anwendung. — *Pistacia* (Kronenblätter und epipetale Staubfäden fehlen) vera in Südeuropa mit essbaren Früchten.

Officinell: Folia Toxicodendri von *Rhus Toxicodendron* (Nordamerika); Mastix das Harz von *Pistacia Lentiscus* (Südeuropa).



Fig. 228. Diagramm der Blüte von *Rhus*.

Ordnung 17. *Aesculinae*.

Blüten meist fünfzählig, häufig zygomorph; Fruchtknoten zwei- oder dreizählig; Staubfäden meist theilweise unterdrückt. Discus, wenn vorhanden, zwischen Krone und Androeceum. Same ohne Endosperm. Meist Holzpflanzen.

Fam. 1. *Sapindaceae*. Blüten meist schräg zygomorph, indem zwei Kronenblätter der einen Seite sich grösser und in anderer Form ausbilden, als die drei anderen, von welchen bisweilen eines (das in die Symmetrieaxe fallende) fehlt. Meist fehlen drei Staubfäden, daher im Ganzen sieben. Fruchtknoten dreifächerig mit je zwei Samenknospen.



Fig. 229. Diagramm der Blüte von *Aesculus*.

Aesculus mit decussirten, handförmig getheilten Blättern, ohne Nebenblätter; die Blüten in terminalen Wickeltrauben, die Frucht springt loculicid auf; die Samen haben eine sehr entfernte Aehnlichkeit mit den Früchten von *Castanea*. *A. Hippocastanum* Rosskastanie aus Asien stammend. *A. carnea*, *A. Pavia* u. a. häufig cultivirt. Die übrigen zahlreichen Gattungen und Arten in wärmeren Gegenden (bei uns auch nur selten cultivirt), mit zerstreut gestellten, meist gefiederten Blättern; das Fruchtfleisch von *Sapindus Saponaria* (Antillen) schäumt mit Wasser wie Seife.

Officinell: Pasta Guarana aus den Samen von *Paullinia sorbilis* (Brasilien).

Fam. 2. *Acerineae*. Blüten im Ganzen actinomorph, meist nur 8 Staubgefäße, indem die beiden medianen fehlen. Fruchtknoten zweifächerig mit je zwei Samenknospen, bei der Reife in zwei einsamige geflügelte Theilfrüchte (Fig. 230) zerfallend. Blätter decussirt, meist handförmig gelappt, ohne Nebenblätter. Blüten in terminalen Trauben (oft verkürzt) mit Gipfelblüthe.

Acer Ahorn; die wichtigsten Arten sind *A. Pseudoplatanus* Traubenahorn mit gekerbtem Blattrand, hängenden gestreckten Blüthentrauben, die erst nach der Belaubung blühen, und parallel gerichteten Fruchtlügeln; *A. platanoides*, Spitzahorn mit spitz und buchtig gezähntem Blattrand, aufrechten, verkürzten Blüthentrauben, die vor der Belaubung blühen und stark divergirenden Fruchtlügeln (noch stärker als in Fig. 230). *A. campestre* Massholder, zuweilen strauchförmig, mit dreilappigem Blatt, aufrechten verkürzten Blüthentrauben, die nach der Belaubung blühen und in directe Verlängerung auseinanderspreizenden Fruchtlügeln. Ausserdem werden häufig nordamerikanische Arten cultivirt: *A. rubrum* mit nur 5 (episepalen) Staubfäden; *A. dasycarpum* ebenso, ohne Krone, diöcisch; *A. Negundo* mit gefiedertem Blatt, Blüthen den vorigen ähnlich, diöcisch. Aus dem Saft besonders von *A. nigrum* und *dasycarpum* wird Zucker gewonnen.

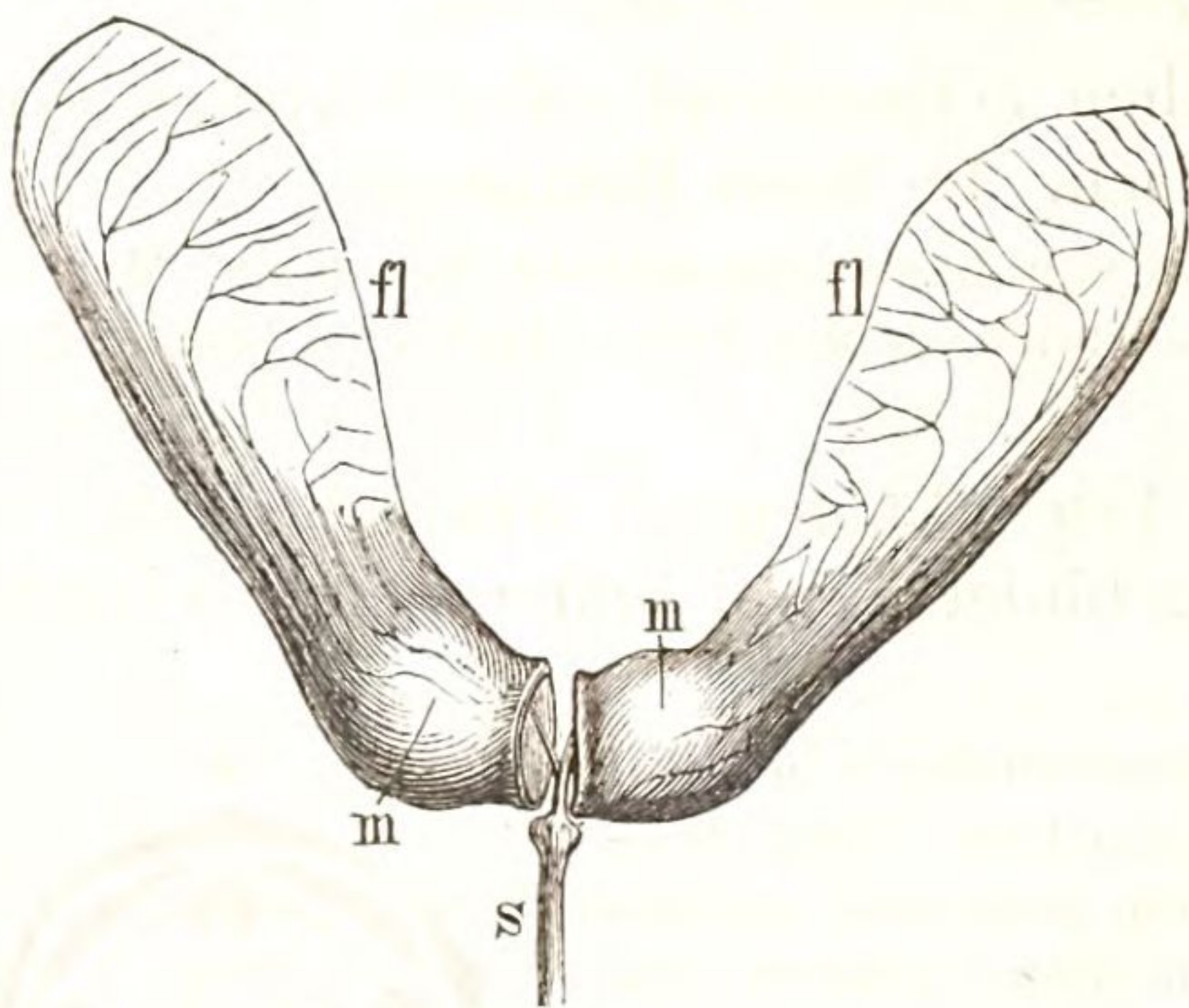


Fig. 230. Frucht des Spitzahorns, in die beiden Theilfrüchte *m* zerfallend; *s* Blüthenstiel; *fl* die flügelartigen Anhängsel (nat. Gr.).

blühen, und parallel gerichteten Fruchtlügeln; *A. platanoides*, Spitzahorn mit spitz und buchtig gezähntem Blattrand, aufrechten, verkürzten Blüthentrauben, die vor der Belaubung blühen und stark divergirenden Fruchtlügeln (noch stärker als in Fig. 230). *A. campestre* Massholder, zuweilen strauchförmig, mit dreilappigem Blatt, aufrechten verkürzten Blüthentrauben, die nach der Belaubung blühen und in directe Verlängerung auseinanderspreizenden Fruchtlügeln. Ausserdem werden häufig nordamerikanische Arten cultivirt: *A. rubrum* mit nur 5 (episepalen) Staubfäden; *A. dasycarpum* ebenso, ohne Krone, diöcisch; *A. Negundo* mit gefiedertem Blatt, Blüthen den vorigen ähnlich, diöcisch. Aus dem Saft besonders von *A. nigrum* und *dasycarpum* wird Zucker gewonnen.

Fam. 3. *Polygalaceae*. Blüthen median-zygomorph; die beiden seitlichen Kelchblätter bedeutend vergrössert, die sog. »Flügel« (Fig. 231 *k'*).

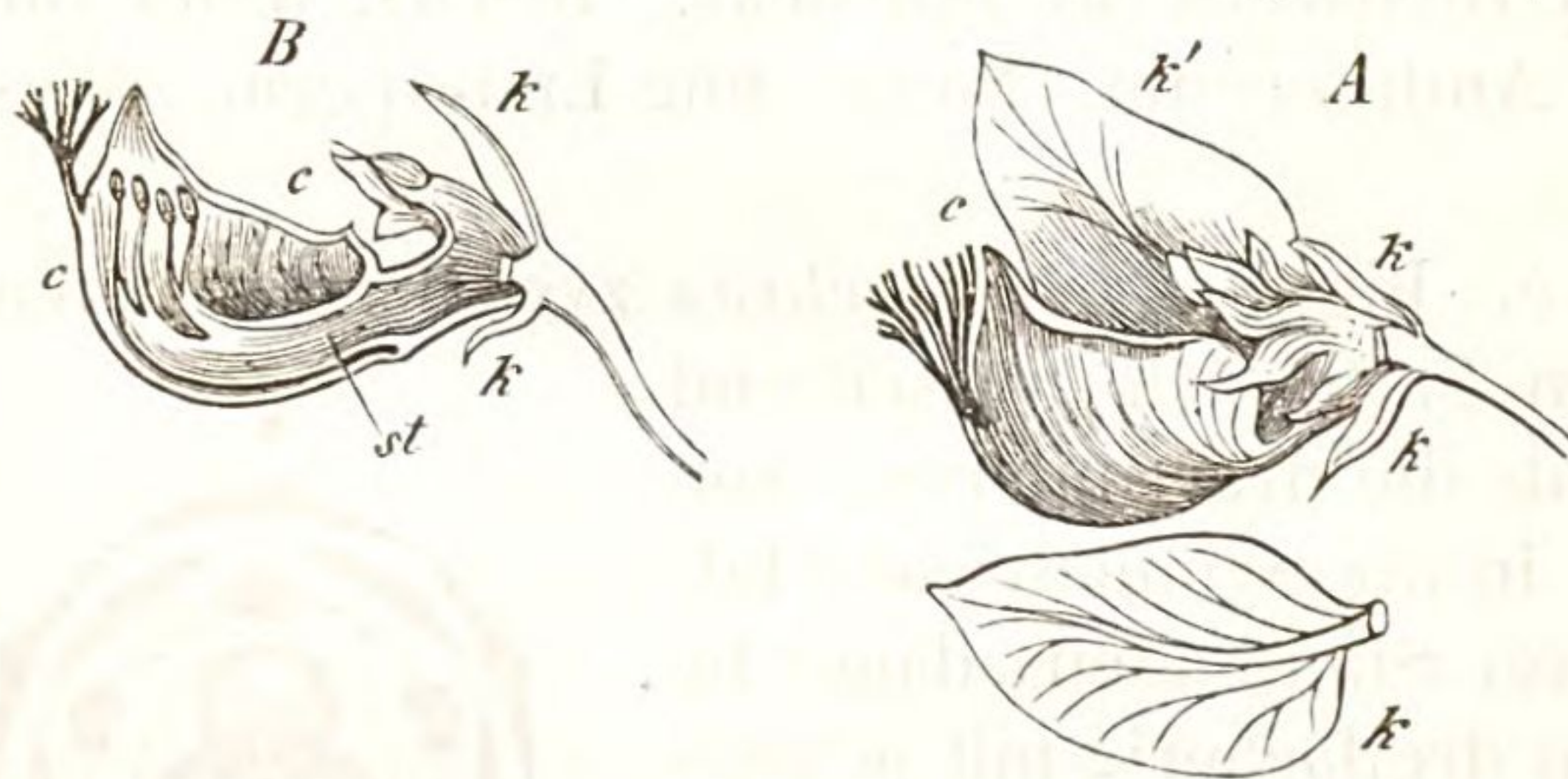


Fig. 231. Blüthe von *Polygala grandiflora*. A von aussen nach Wegnahme des zugewendeten grossen Kelchblattes; B im Längsschnitt. *k* Kelch, *k'* Flügel; *c* Krone, *st* Staubfadenröhre (nach Sachs).

Kronenblätter gewöhnlich nur drei (die beiden seitlichen fehlen) davon das vorderste sehr gross, kiel-förmiggefaltet; Staubfäden meist acht (die beiden medianen fehlen) zu einer hinten offenen Röhre verwachsen, mit welcher auch die Krone, wenigstens das vordere Blatt verschmolzen ist (Fig. 231).

Fruchtknoten aus zwei medianen Fruchtblättern bestehend, zweifächerig mit je einer hängenden Samenknospe. Frucht meist eine Kapsel. Die Blüthe gleicht entfernt einer Papilionaceenblüthe; es ist aber wohl zu beachten, dass die beiden »Flügel« hier dem Kelch angehören.

Polygala vulgaris, amara u. a. kleine, an der Basis holzige Kräuter, auf Wiesen, in Wäldern.

Officinell: Herba cum radice *Polygalae* von *Polygala amara*; Radix *Senegae* von *Polygala Senega* (Virginien).

Fam. 4. *Erythroxyleae*. Blüthen actinomorph; Krone mit Ligula; Staubfäden zehn, durch den Discus zu einer Röhre verwachsen. Same mit Endosperm.

Das Holz der meisten Arten enthält rothen Farbstoff. Die Blätter von *Erythroxylon*

Coca werden von den Peruanern als Reizmittel gekaut und finden bei uns medicinische Anwendung.

Ordnung 18. Frangulinae.

Blüthen actinomorph, vier- oder fünfzählig (bisweilen peri- oder epigyn); von den beiden Staubfadenkreisen fast stets nur einer (bald der episepale, bald der epipetale) ausgebildet. Discus bald innerhalb, bald ausserhalb des Andröceums. Same fast immer mit Endosperm. Holzpflanzen. $K\bar{5} C\bar{5} A\bar{5}$ oder 0, $+ 0$ oder $\bar{5}$, $G(\bar{5})$ oder weniger.

a) $Kn Cn An + o G(\underline{n})$ oder weniger; $n = 4$ oder $\bar{5}$, selten 6.

Fam. 1. Celastrineae. Blüthen vier- oder fünfgliedrig. Staubfäden und Fruchtknoten einem polsterförmigen Discus eingefügt. Fruchtknotenächer mit meist zwei aufrechten Samenknospen. Blätter zerstreut, ganz, mit Nebenblättern.

Evonymus, Pfaffenkäppchen, mit loculicider Kapsel, und orangerothem Arillus des Samens; *E. europaeus* und *latifolius*, cultivirt und wild.

Fam. 2. Staphyleaceae. Blüthen fünfgliedrig; Staubfäden ausserhalb des Discus. Samenknospen zahlreich, aufsteigend. Blätter decussirt, gefiedert, mit Nebenblättern.

Staphylea, Pimpernuss, mit aufgeblasener Kapsel; *St. pinnata* und *trifolia* cultivirt.

Fam. 3. Pittosporaceae. Blüthen fünfgliedrig. Kein Discus. Samenknospen zahlreich an den meist nicht verwachsenen Scheidewänden. Blätter einfach, ohne Nebenblätter.

Pittosporum Tobira, undulatum, crassifolium, Zierpflanzen (Australien).

Fam. 4. Ilicineae. Blüthen vier-, fünf- (selten sechs-)gliedrig. Kein Discus. Samenknospe nur eine hängend im Fruchtknotenfach. Kronenblätter an der Basis etwas untereinander verklebt. Blätter zerstreut, ohne Nebenblätter.

Ilex Aquifolium, Stechpalme, in Gebirgswäldern, mit lederartigen, immergrünen, dornig gezähnten Blättern, Beerenfrucht, in Gärten in vielen Varietäten cultivirt. Von *I. paraguayensis* (Südamerika) werden die Blätter als Thee benutzt.

b) $Kn Cn Ao + n G(2)$ bis (4); $n = 4$ oder $\bar{5}$, selten 6.

Fam. 5. Rhamneae. Kelch meist gamosepal; Kronenblätter stets klein, oft kapuzenförmig, die vor ihnen stehenden Staubfäden einhüllend (Fig. 232). Blüthen zuweilen diecynisch. Discus den Fruchtknoten umgebend. Je eine aufrechte Samenknospe in jedem Fruchtknotenfach. Blätter meist zerstreut, ganz, mit Nebenblättern. Stein- oder Kapselfrucht.

Rhamnus cathartica, Kreuzdorn mit decussirten Blättern, dornigen Zweigenden; *Rh. Frangula* mit zerstreuten Blättern, dessen Holz eine sehr leichte Kohle gibt; von *Rh. infectoria* u. a. in Südeuropa wird der Farbstoff der Beeren technisch verwerthet.

Fam. 6. Ampelideae. Blüthen vier- oder fünfzählig. Kelchblätter

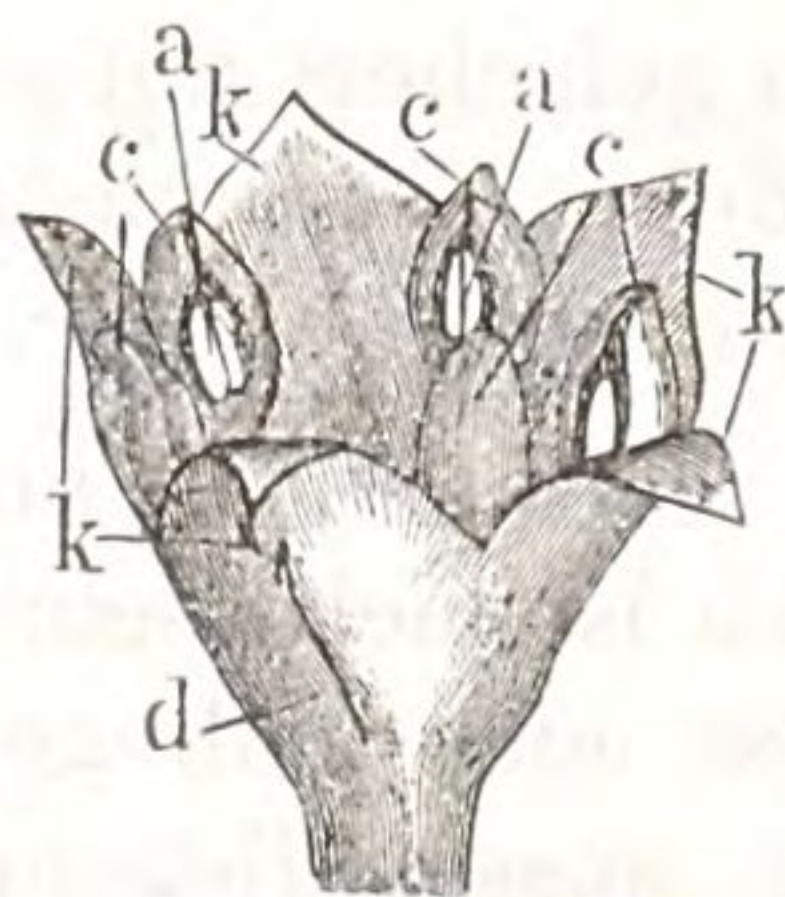


Fig. 232. Blüthe von *Rhamnus Frangula* (vergr.). *k* Kelch, an der Basis zu einer Röhre *d* verwachsen, *c* die kapuzenförmigen Kronenblätter, welche die Staubfäden *a* einschliessen.

klein; Kronen oft vor dem Aufblühen mützenförmig abgeworfen (Fig. 233 A c). Discus zwischen Andröceum und Gynäceum, meist in einzelne

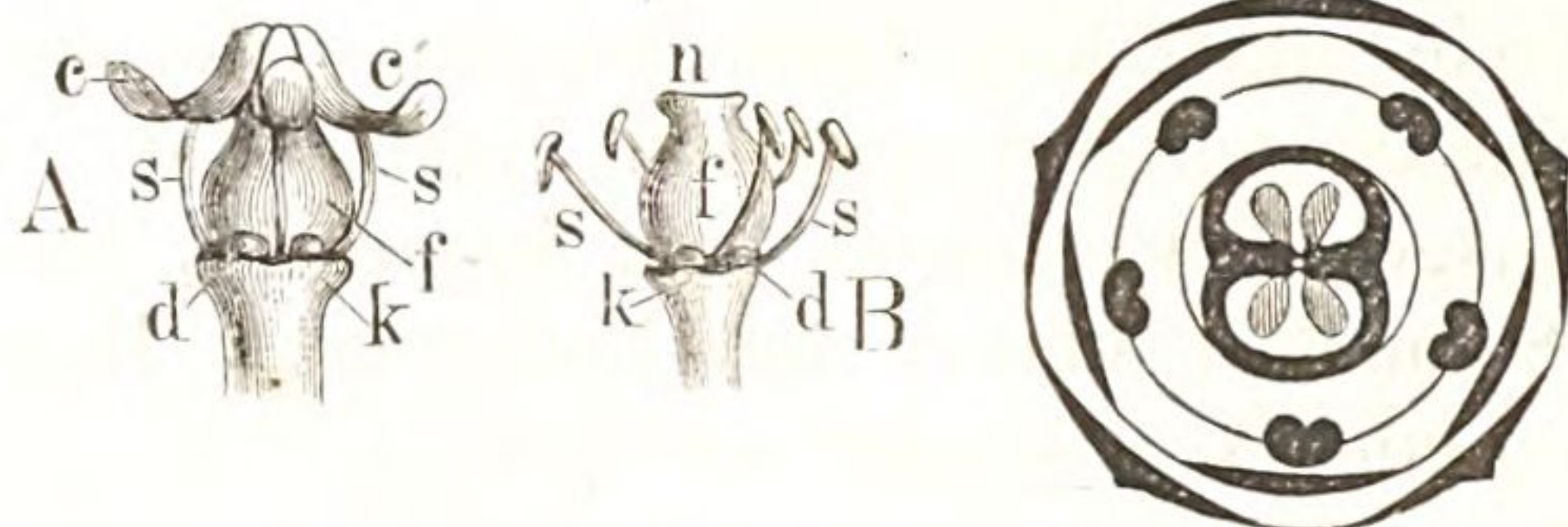


Fig. 233. Blüthe von *Vitis vinifera*, nebst Diagramm. A im Aufblühen begriffen, B geöffnet; k Kelch, c Krone, d Drüsen, s Staubfäden, f Fruchtknoten, n Narbe (etwas vergr.).

Drüsen ausgezogen. Je zwei aufrechte Samenknospen in jedem Fruchtknotenfach. Frucht eine Beere. Meist rankende Sträucher mit handförmig gelappten oder getheilten Blättern, mit oder ohne Nebenblätter.

Vitis vinifera, Weinstock, vielleicht aus dem Orient stammend, in zahllosen Varietäten

cultivirt; andere Arten (*V. vulpina*, *V. Labrusca*), sowie *Ampelopsis hederacea*, wilde Rebe in Nordamerika, letztere überall cultivirt. Die Ranken des Weinstocks (s. o. S. 17, Fig. 15 A) sind Zweige; sie tragen schuppenförmige Blätter, aus deren Achseln sie sich weiter verzweigen; ihre auffallende Stellung den Laubblättern gerade gegenüber erklärt sich folgendermassen: Die Langtriebe (Lohden) sind Sympodien; die Ranken die Enden der einzelnen Glieder; das folgende Glied ein Achsel spross des der Ranke gegenüberliegenden Laubblatts. Auf zwei Blätter, denen Ranken gegenüberstehen, folgt immer ein Blatt ohne Ranke, d. h. die Glieder des Sympodiums tragen abwechselnd je ein oder zwei Blätter. Die Blütenstände haben dieselbe Stellung wie die Ranken. Ausserdem trägt aber jedes Blatt noch eine weitere Achselknospe, welche verkümmert oder zu einem Kurztrieb (Geize) wird; aus der Achsel von dessen Niederblatt entspringt ein neuer Langtrieb.

E. Caliciflorae.

Blüthen fast immer perigyn oder epigyn, cyclisch, meist mit Kelch und Krone; Staubfäden in gleicher oder doppelter Anzahl als die Kronenblätter, oder in noch mehr Kreisen; Fruchtknoten syncarp oder apocarp.

Ordnung 49. Umbelliflorae.

Blüthen meist actinomorph, epigyn, mit meist nur einem episepalen Staubfadenkreis; Kelch sehr schwach entwickelt; Fruchtknoten vollkommen gefächert mit je einer Samenknospe. Discus zwischen Staubfäden und Griffeln. Blütenstände meist Dolden. Same mit reichlichem Endosperm. Keine Nebenblätter.

Fam. 4. Umbelliferae, Doldengewächse. $K5\ C5\ A5\ G(2)$. Der Kelch ist meist sehr klein, oft kaum angedeutet; die Krone besteht aus fünf weiss oder gelb gefärbten ziemlich kleinen Blättern; hie und da sind die nach aussen liegenden Kronenblätter der am Rande der Dolden stehenden Blüthen grösser als die übrigen, die Dolde heisst dann strahlend. Staubfäden fünf. Fruchtknoten unterständig, zweifächerig. Die Basis der beiden Griffel ist fleischig angeschwollen und bildet den Discus oder Stempelpolster (Fig. 234 A, d). In jedem Fache des Fruchtknotens befindet sich eine hängende Samenknospe (s. oben Fig. 148 S. 166). Bei der Reife zerfällt die Frucht in zwei Theilfrüchte, indem jedes Fach für sich geschlossen sich von einer

stehenbleibenden Mittelsäule (Fig. 235 *a*) lostrennt; es enthält jede Theilfrucht einen Samen. Der Bau der Fruchtschale ist für die systematische Eintheilung der Familie von Wichtigkeit. Die Frucht von meist länglicher (Fig. 235) zusammengedrückter (Fig. 234 *B*) oder fast kuglicher (Fig. 234 *E*) Gestalt, besitzt Längsriefen (*costae*) und zwar gewöhnlich auf jeder Theilfrucht fünf, wovon zwei längs dem Rande der Theilfrucht verlaufen (Fig. 234 *B, C, D, rr*), die anderen drei auf deren Rücken (Fig. 234 *B, C, D, r*). In den Zwischenräumen zwischen den Riefen, den Thälchen (*valleculae*) verlaufen meistens Oelstriemen, *vittae* (s. Fig. 234 *B, C, o*) zuweilen wiederum andere Nebenriefen, *costae secundariae* (Fig. 234 *E, F, n*). Die Theilfrucht wird bei der Reife vom Samen ausgefüllt, welcher der Hauptmasse

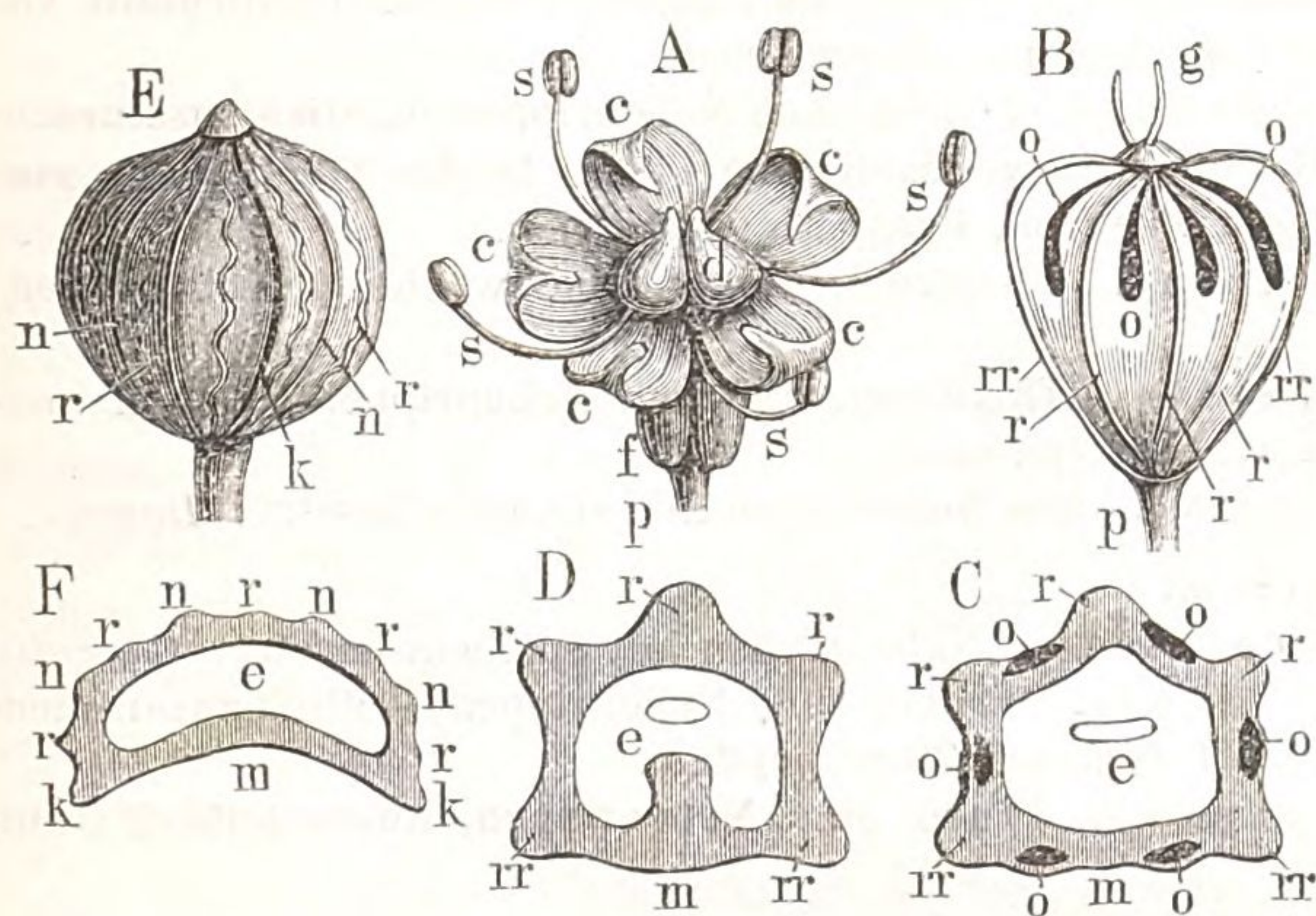


Fig. 234. A Blüthe von *Foeniculum* (vergr.). *f* Fruchtknoten, *c* Krone, *s* Staubfäden, *d* Discus; B Frucht von *Heracleum*; *p* Blütenstiel, *g* Griffel, *r, r, r* Riefen, *rr* Randriefen, *o* Oelstriemen (vergr.), C Querschnitt der Theilfrucht von *Carum Carvi*, *m* Berührungsfläche mit der anderen Theilfrucht, *o* Oelstriemen, *e* Endosperm. D Querschnitt der Theilfrucht von *Conium*. E Frucht von *Coriandrum*, *k* Trennungsfläche der Theilfrüchte, *r* Riefen, *n* Nebenriefen; F Querschnitt derselben (vergr.).

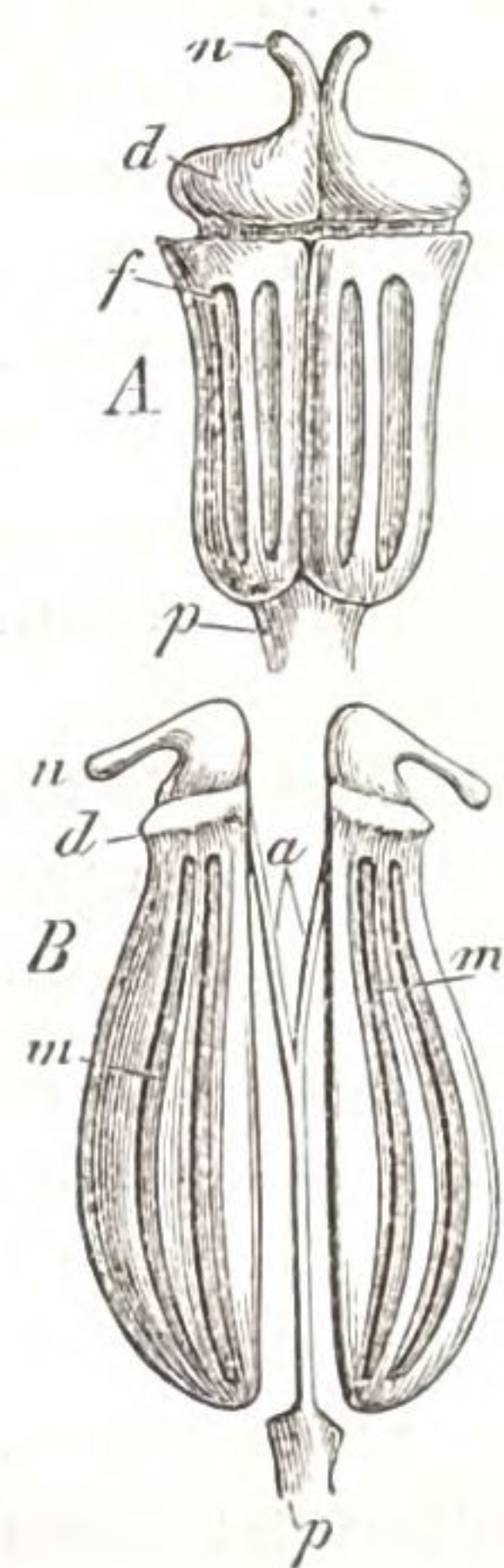


Fig. 235. Frucht von *Carum Carvi*. A Fruchtknoten der Blüthe (*f*); B reife Frucht; die beiden Fächer werden zu zwei Mericarpien (*m*); ein Theil der Scheidewand bildet das Carpophorum (*a*).

nach aus dem Endosperm (Fig. C, D, F, *e*) besteht und nur einen kleinen Embryo enthält. Je nach der Gestalt des Endosperms unterscheidet man *Orthospermeen*, deren Endosperm an der Berührungsfläche der beiden Theilfrüchte flach oder convex ist, z. B. *Carum* (Fig. 234 C); *Campylospermeen*, deren Endosperm an der Berührungsfläche eine Furche besitzt, daher auf dem Querschnitt concav erscheint, z. B. *Conium* (Fig. 234 D) und *Coelospermeen*, deren Endosperm halbkugelig gekrümmt ist, daher sowohl auf dem Längs- als Querschnitt concav erscheint, z. B. *Coriandrum* (Fig. 234 F).

Die Blüten stehen mit wenigen Ausnahmen (*Astrantia*, *Eryngium*) in zusammengesetzten Dolden, selten (z. B. *Daucus*) mit einer, alsdann schwarz gefärbten Endblüthe; *Involucrum* und *Involucellum* sind je nach den Gattungen verschieden stark entwickelt oder fehlen ganz. Der hohle Stengel

trägt grosse Blätter mit zumeist mächtig entwickelter Scheide und vielfach getheilter Spreite. Selten sind einfache, stengelumfassende Blätter (*Bupleurum*).

I. Orthospermeae.

1. Dolden einfach oder köpfchenartig.

Unterfam. 1. *Hydrocotyleae*. Frucht seitlich zusammengedrückt: *Hydrocotyle*, Sumpfpflanze mit schildförmigen Blättern.

Unterfam. 2. *Saniculeae*. Frucht ziemlich cylindrisch. *Astrantia*, *Eryngium*.

2. Dolden zusammengesetzt.

Unterfam. 3. *Ammieae*. Frucht ohne Nebenrippen, seitlich zusammengedrückt: *Bupleurum*, *Petroselinum*, *Apium*, *Aegopodium*, *Carum*, *Cicuta*.

Unterfam. 4. *Seselineae*. Frucht ohne Nebenrippen, im Querschnitt kreisrund: *Aethusa*, *Foeniculum*, *Oenanthe*.

Unterfam. 5. *Angeliceae*. Frucht ohne Nebenrippen, median zusammengedrückt, die seitlichen Hauptrippen geflügelt, die Flügel der beiden Theilfrüchte von einander abstehend: *Levisticum*, *Angelica*, *Archangelica*.

Unterfam. 6. *Peucedaneae*. Frucht ohne Nebenrippen, median zusammengedrückt; die seitlichen Hauptrippen geflügelt; die Flügel beider Theilfrüchte einander aufliegend: *Imperatoria*, *Anethum*, *Pastinaca*, *Heracleum*.

Unterfam. 7. *Silerineae*. Theilfrucht mit vier schwächeren Nebenriefen: *Siler*.

Unterfam. 8. *Thapsieae*. Theilfrucht mit vier Nebenrippen, wovon mindestens die äusseren geflügelt: *Laserpitium*.

Unterfam. 9. *Daucineae*. Die Nebenriefen mit Stacheln besetzt: *Daucus*.

II. Campylospermeae.

Unterfam. 10. *Caucalineae*. Nebenrippen mit Stacheln besetzt: *Caucalis*.

Unterfam. 11. *Scandiceae*. Frucht ohne Nebenrippen, seitlich zusammengedrückt, meist geschnäbelt: *Anthriscus*, *Chaerophyllum*.

Unterfam. 12. *Smyrnieae*. Frucht ohne Nebenrippen, ungeschnäbelt, aufgedunsen: *Conium*.

III. Coelospermeae.

Unterfam. 13. *Coriandreae*. Frucht kugelig, Nebenrippen stärker hervortretend als die geschlängelten Hauptrippen: *Coriandrum*.

Anthriscus silvester, *Carum Carvi*, *Heracleum Sphondylium*, *Aegopodium Podagraria*, *Pastinaca sativa* gehören zu den häufigsten Repräsentanten, auf Wiesen, in Gebüsch. Als Gemüsepflanzen werden cultivirt: *Apium graveolens* Seleri, *Petroselinum sativum* Petersilie, *Daucus Carota* gelbe Rübe, *Pastinaca oleracea* Pastinak, *Anthriscus Cerefolium* Kerbel. Als Giftpflanzen verdienen Erwähnung *Conium maculatum* Schierling, *Cicuta virosa* Wasserschierling, *Aethusa Cynapium* Hundspetersilie. Viele der unten aufgeführten officinellen Früchte dienen als Gewürz.

Officinell: Fructus Anisi, Anis, die Theilfrüchte von *Pimpinella Anisum*; F. Carvi Kümmel, von *Carum Carvi*; F. Foeniculi Fenchel von *Foeniculum officinale*; F. Petroselini von *Petroselinum sativum*; F. Phellandrii Wasserfenchel von *Oenanthe Phellandrium*; F. Coriandri, Coriander von *Coriandrum sativum*.

Radix Angelicae die Wurzel von *Archangelica officinalis*; R. Levistici von *Levisticum officinale*; R. Pimpinellae von *Pimpinella magna* und *P. Saxifraga*; Rhizoma Imperatoriae von *Imperatoria Ostruthium*, Meisterwurz (Alpen).

Herba Conii von *Conium maculatum*.

Gummiharze: *Ammoniacum* von *Dorema Ammoniacum*, *Asa foetida* von *Scorodosma foetidum*; *Galbanum* von *Ferula erubescens* (sämmtlich *Peucedaneae*, Orient).

Fam. 2. *Araliaceae*. Blüten fünfzählig oder mit mehr Staubfäden, im Gynäceum mit weniger oder mehr Gliedern. Frucht eine

Beere oder Steinfrucht. Sträucher, bisweilen kletternd, mit handförmigen zerstreut gestellten Blättern.

Hedera Helix, Epheu, kommt nur im hohen Alter zur Blüthe; die Blüthendolden stehen an aufrechten (nicht kletternden) Zweigen, deren Blätter eiförmig, ungetheilt sind; die Früchte reifen während des Winters. — *Fatsia papyrifera* dient in Japan zur Papierbereitung, nebst *F. japonica* häufig in Zimmern cultivirt.

Fam. 3. Cornaceae. Blüten vierzählig, mit dimerem zweifächerigem Fruchtknoten, meist Steinfrucht; Sträucher mit meist decussirten, ungetheilten Blättern.

Cornus mas (blüht gelb vor der Belaubung, rothe längliche Steinfrucht) *C. sanguinea*, häufige Sträucher, *C. stolonifera* u. a. cultivirt. — *Aucuba japonica* aus Japan mit lederigen Blättern, diöcischen Blüten und Beerenfrucht, in Zimmern häufig cultivirt.

Ordnung 20. Saxifraginae.

Blüthen meist actinomorph, perigyn oder epigyn, bisweilen auch hypogyn, mit zwei oder nur dem episepalen Staubfadenkreis, zuweilen polyandrisch, isomerem oder minderzähligem Gynäceum, apocarp oder syncarp mit Zwischenstufen, mit meist freien Griffeln.

Fam. 1. Crassulaceae. Blüten mit wechselnden Zahlenverhältnissen (3—30 gliederig), hypo- oder perigyn, mit zwei (seltener nur einem) Staubfadenkreisen, meist epipetalen Carpellen, apocarp, mit kleinen Schüppchen (Discus) hinter den Carpellen. Samenknospen meist zahlreich randständig. Balgfrucht. Same ohne Endosperm. Inflorescenzen meist cymös. Pflanzen mit fetten, fleischigen ungetheilten, spiralig, oft zu Rosetten angeordneten Blättern.

Sedum mit meist fünfgliederigen Blüten, *S. acre*, Mauerpfeffer, *S. maximum* u. a. nicht selten; *Sempervivum* mit mindestens sechsgliederigen Blüten, *S. tectorum*, Hauswurz u. a. *Echeveria*, *Crassula* u. a. cultivirt.

Fam. 2. Saxifragaceae. Blüten meist vier- oder fünfgliederig, peri- oder epigyn, mit meist zwei Staubfadenkreisen, meist minderzähligem, oft oberwärts apocarpem Fruchtknoten. Same mit Endosperm.

Unterfam. 1. Saxifrageae. Blüten perigyn oder epigyn, actinomorph oder zygomorph, Kronenblätter mit deckender Knospenlage; zwei oder nur der episepale Staubfadenkreis, meist 2 Carpelle, die oben apocarp sind. Meist cymöse Inflorescenzen racemös zusammengestellt. Frucht eine Kapsel.

Saxifraga Steinbrech mit zweifächerigem Fruchtknoten, sonst fünfzähliger Blüthe, Hypanthium dem verwachsenen Theil des Fruchtknotens angewachsen; in zahlreichen Arten in den Alpen und Gebirgen, viele mit Kalksecretion am Blattrand; nur wenige Arten (*S. tridactylites*, *granulata*, *decipiens*) in der Ebene; *S. sarmentosa* mit Ausläufern in Zimmern häufig cultivirt. — *Bergenia* mit freiem Fruchtknoten (Fig. 237) *B. bifolia* Zierpflanze (Sibirien). — *Chrysosplenium* mit vierzähliger Blüthe, ohne Krone, kleine Pflänzchen fast vom Ansehen einer Euphorbia an feuchten Plätzen.

Unterfam. 2. Parnassieae. Blüthe kurz perigyn, actinomorph, die fünf epipetalen Staubfäden zu verzweigten drüsigen Staminodien um-

gebildet; Kronenblätter mit deckender Knospenlage; Fruchtknoten vierkammerig mit zahlreichen Samenknospen, Frucht eine loculicide Kapsel.

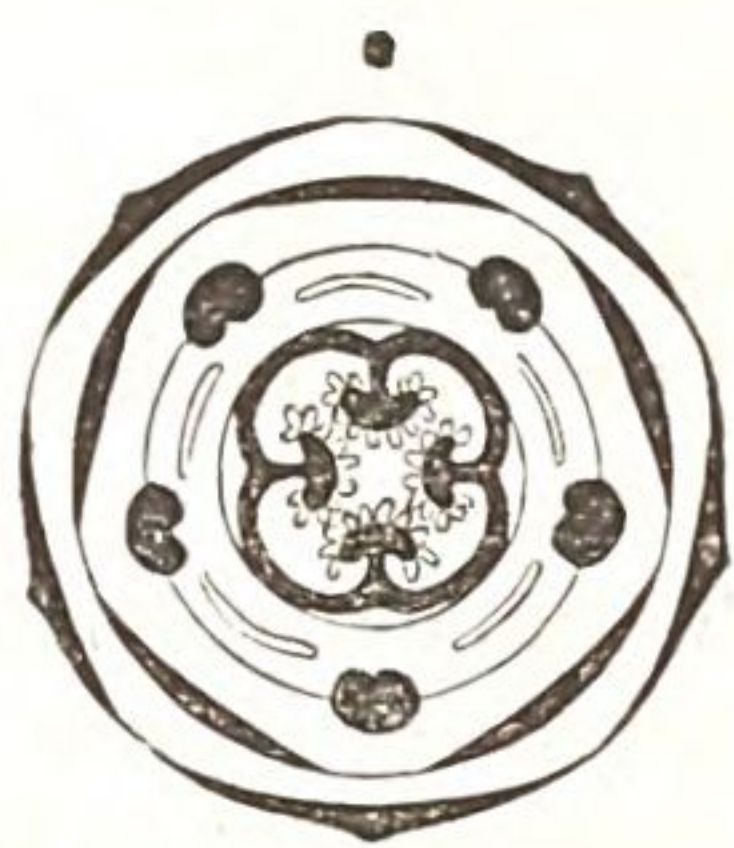


Fig. 236. Diagramm von Parnassia.

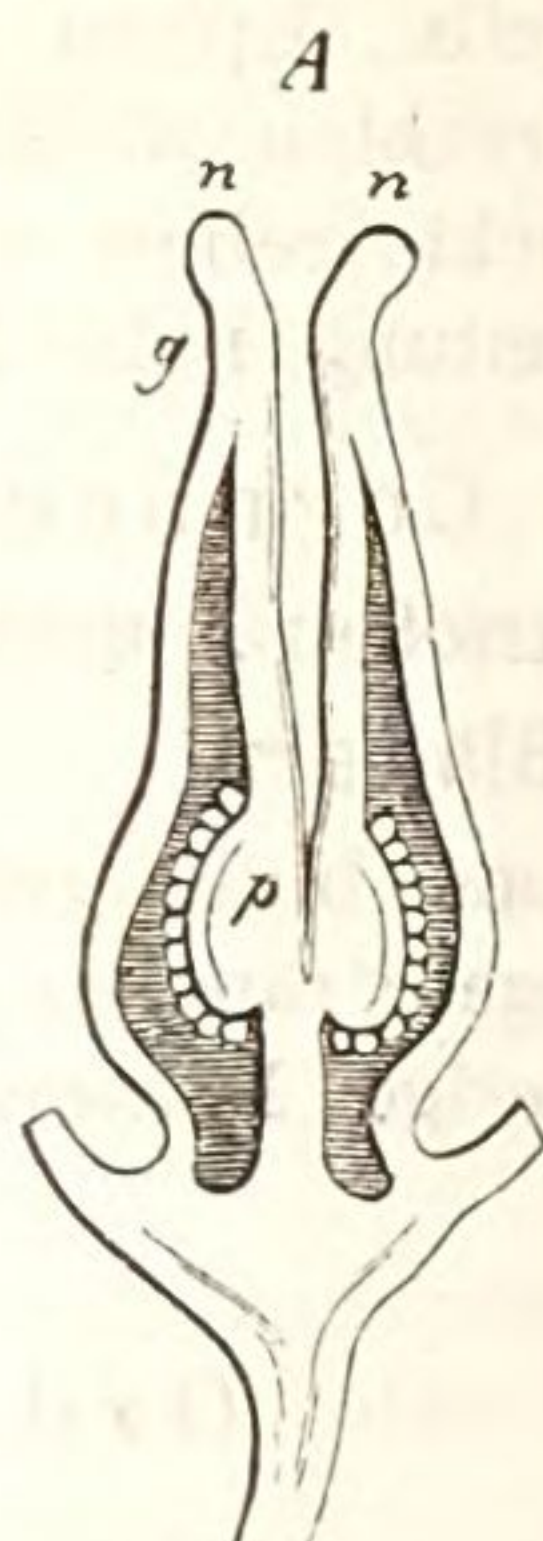


Fig. 237. Fruchtknoten von Bergenia im Längsschnitt; g Griffel, n Narben, p Placenta (vergr., nach Sachs).

Parnassia palustris, mit grundständiger Blattrosette, terminalem und seitlichen einblühigen Schäften, denen ein Vorblatt angewachsen ist; stellenweise häufig an feuchten Orten.

Unterfam. 3. Hydrangeae. Blüte epigyn, actinomorph mit zwei Staubfadenkreisen. Blätter decussirt. Kronenblätter mit klappiger Knospenlage.

Hydrangea hortensis, Hortensis, bekannte Zierpflanze. Der Blütenstand ist eine doldenähnlich abgeflachte Rispe, deren Randblüthen (bei cultivirten Formen auch wohl alle) vierzählig sind, einen sehr vergrößerten Kelch und nur die episepalen Staubfäden besitzen und unfruchtbar sind.

Unterfam. 4. Philadelphae. Blüte epigyn, actinomorph, vier oder fünfzählig, mit zwei Staubfadenkreisen oder sehr vielen Staubfäden. Kronenblätter mit verschiedener Knospenlage. Blätter decussirt. Frucht eine Kapsel.

Philadelphus coronarius u. a. Arten, sowie *Deutzia crenata* und *gracilis* häufige Ziersträucher.

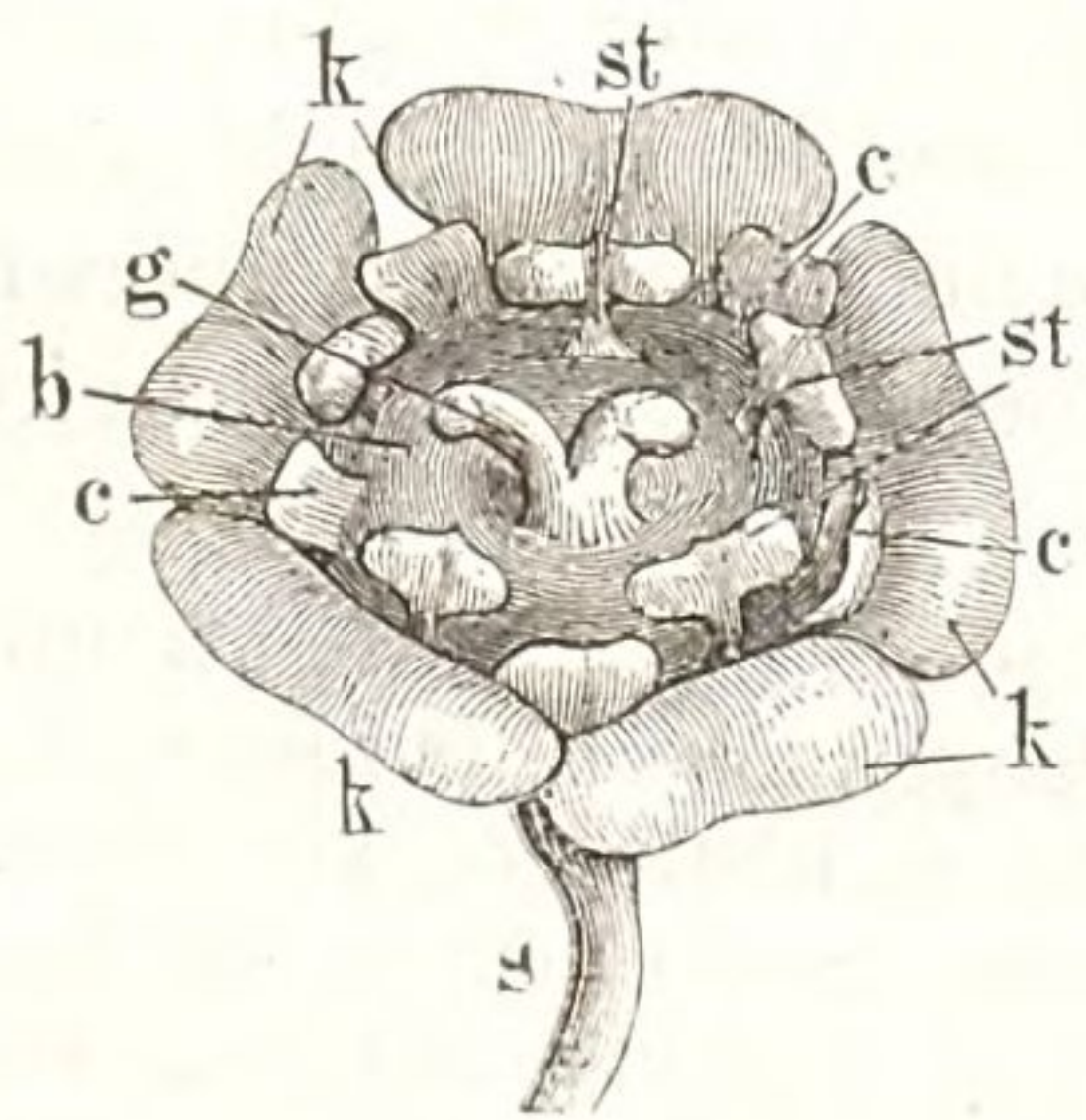


Fig. 238. Blüte von Ribes (vergr.). s Blütenstiel, k Kelch, c Krone, st Staubfäden, b Discus, g Griffel.

Unterfam. 5. Ribesiaceae. Blüten epigyn, actinomorph, fünfzählig mit nur episepalen Staubfäden, zwei Carpellern. Frucht eine Beere. Blätter zerstreut, handförmig gelappt; Sträucher. Blütenstand eine einfache Traube.

Ribes Johannisbeere, in mehreren Arten cultivirt und wild. *R. rubrum* mit rothen, *R. nigrum* mit schwarzen Früchten. *R. Grossularia* Stachelbeere und andere Arten mit Stacheln, die vorzugsweise unter den Blatinsertionen entspringen.

Fam. 3. Hamamelideae. Blüten häufig diclinisch, apetal, sonst den vorigen ähnlich.

Hamamelis virginica Zierstrauch aus Nordamerika, dessen Blätter an die des Haselnussstrauchs erinnern.

Ordnung 21. Passiflorinae.

Blüthen actinomorph, epigyn, perigyn oder hypogyn fünfzählig, mit einem oder zwei Staubfadenkreisen oder zahlreichen Staubfäden, meist trimerem, stets syncarpem Fruchtknoten, der meist einfächerig ist und die Samenknospen an einer wandständigen Placenta trägt.

Fam. 1. Passifloraceae. Blüthen fünfzählig, perigyn; zwischen Krone und Androeceum zahlreiche fädige und manchettenartige Anhängsel (Discus), das Androeceum nebst dem Gynaeceum auf einer säulenförmigen Axenverlängerung emporgehoben: fünf episepale Staubfäden. Meist handförmige Blätter, Zweigranken.

Passiflora Passionsblume, aus dem tropischen America, in zahlreichen Arten Zierpflanze.

Fam. 2. Papayaceae. Blüthen diclinisch, hypogyn. Staubfäden in zwei Kreisen; fünf Carpelle.

Carica Papaya, Melonenbaum, mit giftigem Milchsaft, in den Tropen der essbaren Früchte wegen cultivirt.

Fam. 3. Begoniaceae (von zweifelhafter Verwandtschaft). Blüthen diclinisch; die männlichen mit zwei dimeren corollinischen Perigonquirlen, zahlreichen in ein kugeliges Köpfchen gehäuften Staubfäden, die weiblichen epigyn mit fünf corollinischen Perigonblättern, dreifächerigem Fruchtknoten mit zahlreichen, im Innenwinkel der Fächer entspringenden anatropen Samenknospen. Frucht eine Kapsel. Blätter oft sehr gross, meist asymmetrisch. Blüthenstand cymös, die männlichen Blüthen am Ende der ersten Verzweigungen, die weiblichen am Ende der letzten.

Zahlreiche Arten von *Begonia*, aus den Tropenregionen werden als Zierpflanzen cultivirt.

Ordnung 22. Opuntinae.

Von zweifelhafter Verwandtschaft. Blüthen epigyn mit sehr zahlreichen Kronenblättern und Staubfäden, oft auch Kelchblättern, meist in spiraliger Anordnung. Fruchtknoten ein- oder mehrfächerig. Die Placenten an der Wandung.

Fam. 1. Cactaeae. Blüthen spiralig gebaut mit zahlreichen Kelch-, Kronenblättern und Staubfäden ohne scharfe Grenze. Fruchtknoten einfächerig mit drei oder mehr an der Wand hinablaufenden Placenten, horizontalen Samenknospen. Endosperm sehr wenig oder keines. Stämme von der verschiedensten Form, Blätter meist nur durch Stachelbüschel angedeutet. — Sämmtliche im tropischen America einheimisch, in der alten Welt nur eingewandert.

Mamillaria mit kugeligen oder cylindrischem Stamm, an dem in spiraliger Anordnung stacheltragende Höcker die Blätter andeuten. — *Echinopsis* und *Echinocactus* mit vorspringenden Längskanten, auf denen die Stachelbüschel stehen. — *Cereus* mit kantigem, säulen- oder peitschenförmigem Stamm. — *Phyllocactus* und *Rhipsalis* mit flachgedrücktem blattähnlichem Stamm. — *Opuntia* und *Nopalea* mit plattem Stamm, der aus einzelnen eiförmigen Trieben sich aufbaut. Auf *Nopalea coccinellifera* lebt die Cochenille-Schildlaus.

Ordnung 23. Myrtiflorae.

Blüthen meist actinomorph, epigyn, bisweilen perigyn, mit meist zwei Staubfadenkreisen, syncarpem gefächertem Fruchtknoten und meist nur einem Griffel. Blattstellung häufig decussirt.

Fam. 4. Onagraceae. Blüthen meist durchgehends viergliederig, epigyn, mit gefächertem Fruchtknoten, zahlreichen wandständigen Samenknochen. Frucht eine septifrage Kapsel oder Beere. Same ohne Endosperm. Kelch häufig corollinisch oft nach unten in eine gleichbeschaffene, als Hypanthium zu deutende Röhre verlängert (Fig. 239 A, r).

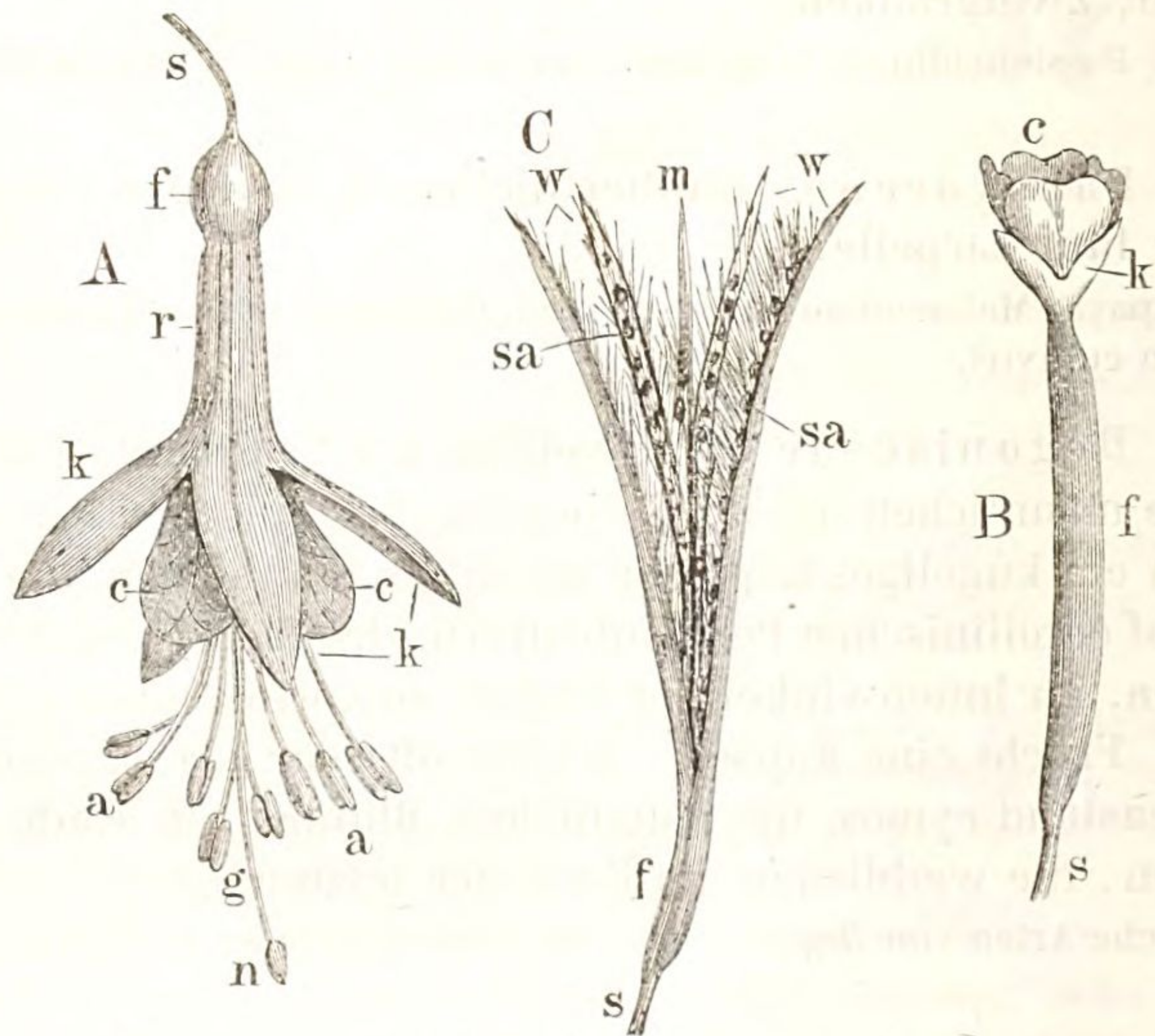


Fig. 239. A Blüthe von Fuchsia; s Blütenstiel, f der unterständige Fruchtknoten, k Kelch, unten in eine Röhre r verwachsen, a Staubfäden. g Griffel, n Narbe. B Blüthe von Epilobium hirsutum, Buchstaben wie in A; C Frucht von Epilobium aufgesprungen, w die Wandung, m die Mittelsäule, aus den Scheidewänden bestehend, sa die Samen, mit Haarbüscheln (nat. Gr.).

Epilobium mit septifrager Kapsel, mit Haarschopf versehenen Samen, rosenrothen Blüthen in vielen Arten (*E. angustifolium*, *hirsutum*, *montanum*) an feuchten Plätzen. — *Oenothera*, Same ohne Haarschopf, mit grossen gelben Blüthen, an Flussufern häufig, aus Nordamerika. — *Isnardia* Sumpfpflanze, ohne Krone. — *Fuchsia* mit Beerenfrucht in zahlreichen Arten und Varietäten cultivirt (aus Südamerika). — *Circaea* mit zweizähligen Blüthen, $K_2 C_2 A_2 \overline{G(2)}$, Schliessfrucht, an feuchten Plätzen.

Trapa natans, Wassernuss. Der im Wasser flottirende Stengel trägt eine auf der Oberfläche schwimmende Rosette von Blättern, in deren Achseln einzeln die Blüthen stehen. Diese haben den Bau $K_4 C_4 A_4 \overline{G(2)}$, sind perigyn. Die Frucht ist eine einsamige Schliessfrucht, die durch die vier Kelchblätter vierhörig ist.

Fam. 2. Haloragideae. Blüthen epigyn meist durchgehends vierzählig mit zwei Staubfadenkreisen, bisweilen ohne Krone oder epipetale Staubfäden. Same mit Endosperm.

Myriophyllum spicatum und *verticillatum*, Wasserpflanzen mit quirligen, fein zerschlitzten Blättern, die kleinen Blüthen in terminalen Trauben über das Wasser hervorragend.

Fam. 3. Hippurideae. Blüthen sehr reducirt, einzeln in der Achsel

der quirlig gestellten ungetheilten Laubblätter; auf dem Fruchtknoten ist das Perigon durch einen gezähnelten Saum angedeutet, der noch einen vorne stehenden Staubfaden umschliesst.

Der Fruchtknoten enthält nur eine anatrophe hängende Samenknospe.

Hippuris vulgaris, Tannenwedel, mit aufrecht aus dem Wasser hervorragendem Stengel.

Fam. 4. *Rhizophoraceae*. Bäume in den Tropen, »Mangroven« mit Luftwurzeln; bei *Rhizophora* u. a. keimt der Same noch in der an der Pflanze hängenden Frucht und sendet die Pfahlwurzel zur Erde hinab.

Fam. 5. *Lythrarieae*. Blüten mit 2 Staubfadenkreisen, von 3—16 schwankender Gliederzahl der Blütenkreise. Fruchtknoten frei am Grunde des Hypanthiums; häufig ein aus verwachsenen Nebenblättern gebildeter Aussenkelch. Same ohne Endosperm.

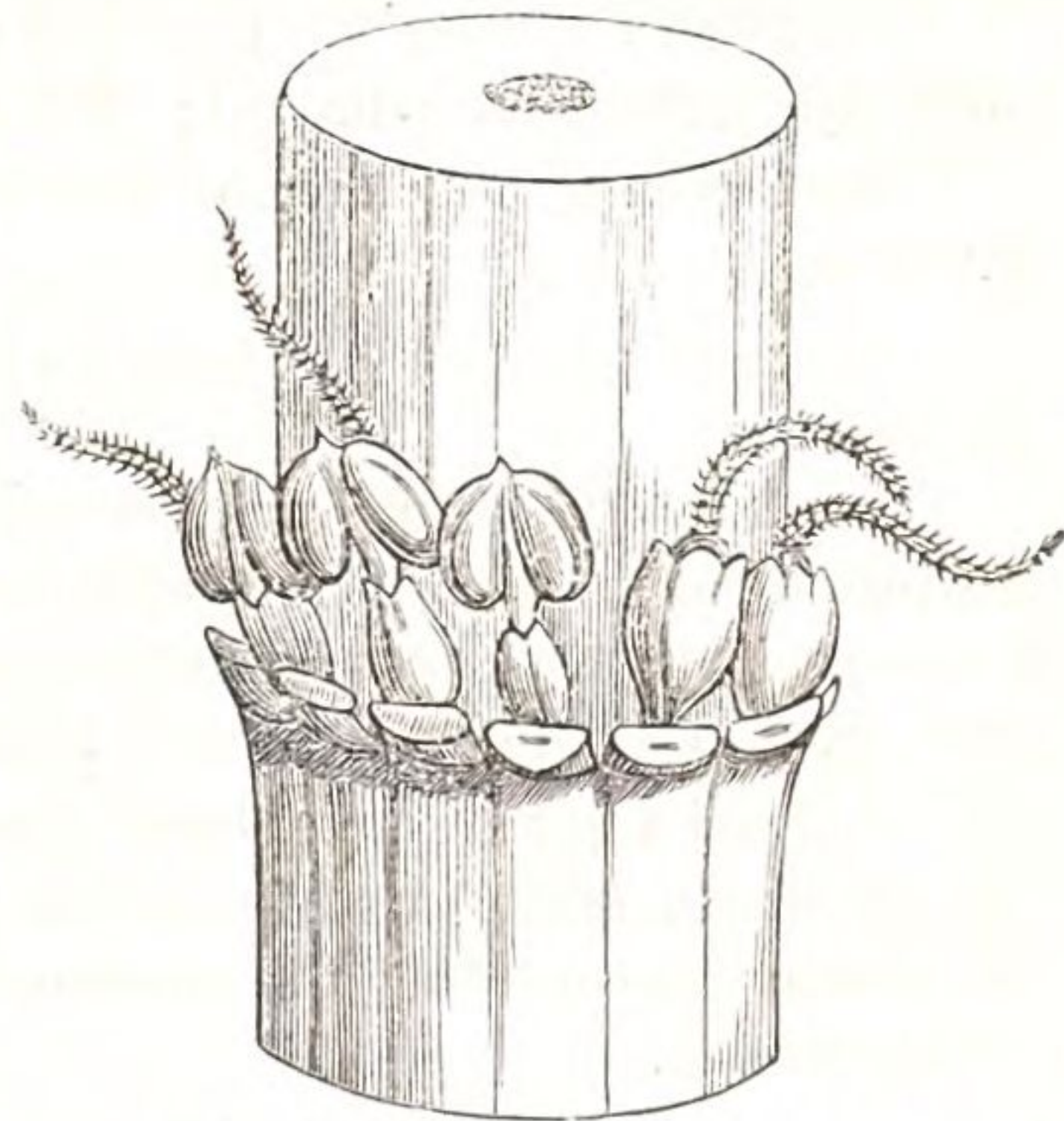


Fig. 240. Stück eines blüthentragenden Stengels von *Hippuris vulgaris*. Die Blätter sind abgeschnitten (nach Sachs).

Lythrum Salicaria, Weiderich, $K_6 C_6 K_6 + 6 G(2)$; die Staubfäden der beiden Kreise ungleich lang und mit der Griffellänge combinirt zu drei verschiedenen Formen der Blüthe. — *Cuphea* mit corollinischer, hinten gespornter Kelchröhre in mehreren Arten (Mexico) Zierpflanze.

Fam. 6. *Myrtaceae*. Blüten meist vier- oder fünfzählig mit meist zahlreichen, oder weniger verzweigten (Fig. 240) Staubfäden, epigyn. Same ohne Endosperm. Blätter meist decussirt, durch Oelbehälter durchsichtig punctirt.

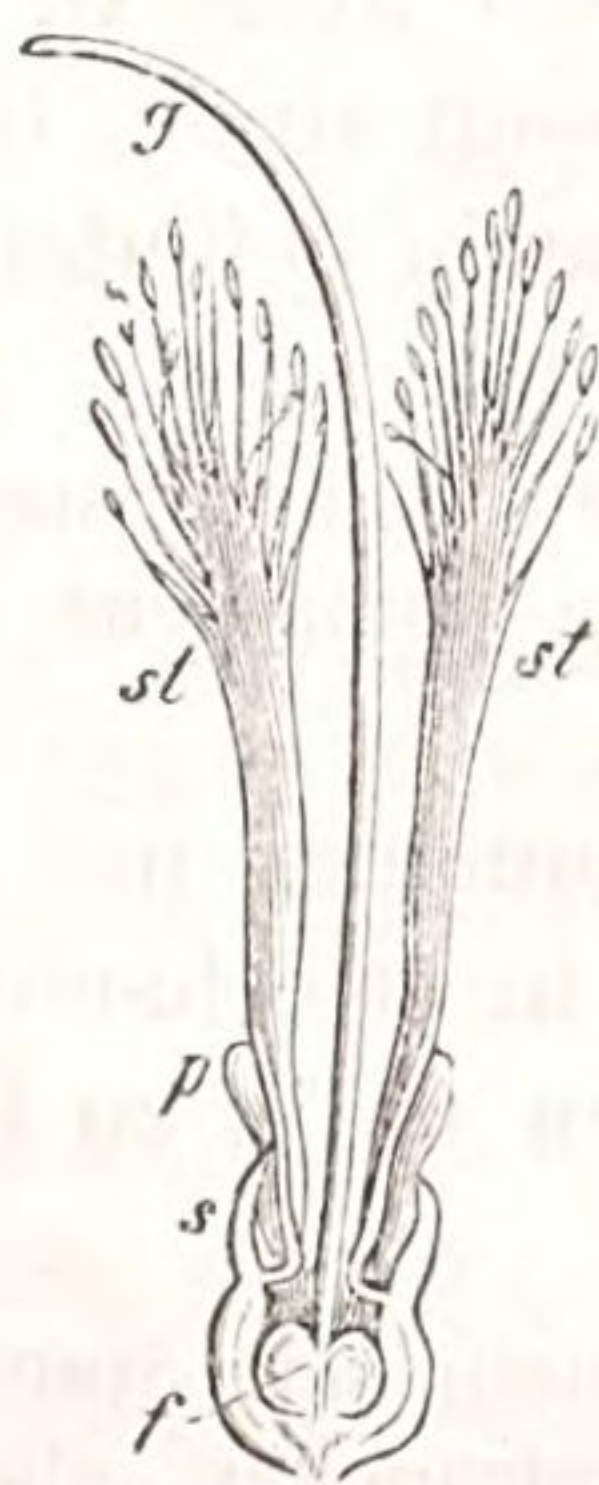


Fig. 241. Längsschnitt der Blüthe von *Calothamnus*. *f* Fruchtknoten, *s* Kelch, *p* Krone, *st* verzweigte Staubfäden. *g* Griffel (nach Sachs).

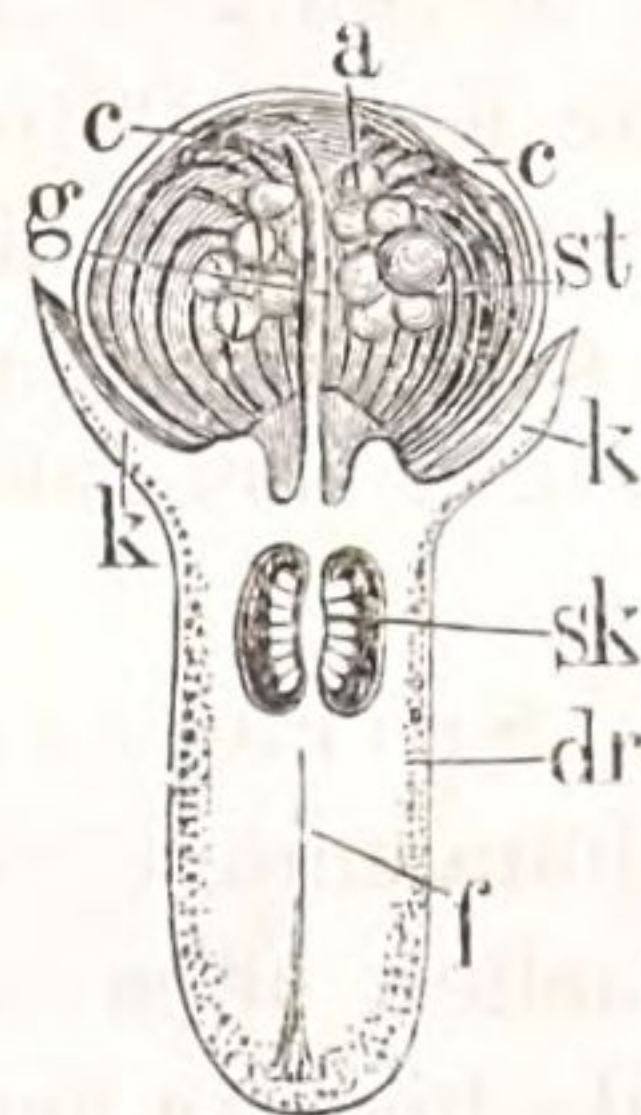


Fig. 242. Blütenknospe von *Caryophyllus*, Gewürznelke, der Länge nach durchschnitten; *f* der unterständige Fruchtknoten mit den Oeldrüsen *dr*, den Samenknospen *sk*; *k* Kelch, *c* Krone, *st* Staubfäden, *a* Antheren, *g* Griffel (etwas vergr.).

Unterfamilie 1. *Myrteae*. Frucht eine Beere oder Steinfrucht; Staubfäden sehr zahlreich.

Myrtus communis, Myrthe in Südeuropa, bei uns mit *Eugenia* u. a. Zierpflanze. — *Caryophyllus*.

Unterfamilie 2. *Leptospermeae*. Frucht eine Kapsel, die vom Scheitel her loculicid aufspringt. Staubfäden zahlreich oder in episepalen oder epipetalen (Fig. 241) Bündeln.

Callistemon, *Melaleuca*, *Metrosideros*, *Calothamnus* u. a. Zierpflanzen; *Eucalyptus Globulus* in Neuholland wird in warmen sumpfigen Gegenden angebaut, wo er durch rasches Wachsthum und Verdunstung den Boden entwässert.

Unterfamilie 3. *Lecythideae*. Früchte gross, holzig, mit einem Deckel oder gar nicht aufspringend; Blätter zerstreut, ohne Oelbehälter.

Bertholletia excelsa im tropischen America, mit essbaren Samen, den »Paranüssen«.

Unterfamilie 4. *Granataeae*. Frucht apfelähnlich, Blätter decussirt, ohne Oelbehälter.

Punica Granatum in Südeuropa, Granatapfel; Blüthe 5—8gliederig, das Hypanthium corollinisch; Staubfäden sehr zahlreich. Im Fruchtknoten zwei Kreise von Fächern, ein äusserer höher stehender, mit der Krone gleichzählig und ihr superponirt, und ein innerer tieferer, dreizähliger.

Officinell: *Caryophylli*, Gewürznelken, die Blütenknospen (Fig. 242) von *Caryophyllus aromaticus* (Ostindien); *Oleum Cajeputi* von *Melaleuca Leucadendron* und *M. minor* (Ostindien); *Cortex Radicis Granati*, die Wurzelrinde von *Punica Granatum* (Südeuropa).

Ordnung 24. Rosiflorae.

Blüthen fast immer actinomorph, perigyn, mit meist fünfgliedrigem Kelch und ebensolcher alternirender Krone; Staubfäden selten der Krone gleichzählig oder weniger, meist in vielfacher Anzahl in mehreren Quirlen. Gynäceum häufig apocarp meist im Grunde des Hypanthiums. Samenknochen anatrop hängend oder aufrecht. Same ohne Endosperm. Blätter meist zerstreut gestellt, mit Nebenblättern.

Fam. 1. *Rosaceae*. Zahlreiche monomere Fruchtknoten am Grund und an der Wandung des oben verengten Hypanthiums (Fig. 243 C), mit je einer hängenden Samenknochen, werden bei der Reife zu harten Nüsschen, die im fleischigen Hypanthium eingeschlossen sind; letzteres trägt häufig noch die Kelchblätter. Sträucher mit unpaarig gefiederten Blättern, deren Nebenblätter dem Blattstiel angewachsen sind.

Rosa, die Rose, in zahlreichen bei uns einheimischen (*R. arvensis*, *canina*, *rubiginosa*, *gallica* u. a.) und cultivirten Arten (*R. centifolia*, *damascena*, *indica*, *rubifolia* u. a.).

Fam. 2. *Spiraeaceae*. Fruchtknoten monomer mit je zwei oder mehr meist hängenden Samenknochen stehen in wechselnder Zahl am Grunde des flachen offenen Hypanthiums, werden meist zu Balgfrüchten; der Kelch bleibt bis zur Fruchtreife erhalten.

Spiraea Ulmaria, *Aruncus*, *Filipendula*, bei uns einheimische Stauden; zahlreiche Arten (*Sp. ulmifolia*, *sorbifolia*, *opulifolia* u. a.) als Ziersträucher, ebenso *Kerria japonica* und *Rhodotypus* (mit Steinfrüchtchen) aus Japan.

Fam. 3. *Amygdaleae*. Ein einziger monomerer Fruchtknoten mit zwei hängenden Samenknochen im Grunde des Hypanthiums (Fig. 243 und 244 A); dieses fällt sammt dem Kelch bei der Fruchtreife ab. Staubfäden meist in 3 zehn- oder fünfzähligen Kreisen. Frucht eine Steinfrucht (s. Fig. 162 r) mit gewöhnlich nur einem Samen.

Amygdalus mit gefurchter Steinschale; *A. communis*, Mandelbaum in Südeuropa; *A. Persica*, Pfirsichbaum mit saftigem Mesocarp; *Prunus* mit glatter Steinschale; die Blüthen in bisweilen doldig verkürzten seitlichen Trauben. *P. Armeniaca*, Apri-

kose; *P. domestica*, Zwetschge mit eiförmiger Frucht, kahlen Zweigen; *P. insititia*, Pflaume mit rundlicher Frucht, behaarten Zweigen; *P. Cerasus*, Weichsel mit Laubblättern an der Basis des doldigen Blütenstands; *P. avium*, Süßkirsche, nur mit Niederblättern an den Blütenständen; *P. Padus*, Traubenkirsche mit verlängerter Blüthentraube; *P. Mahaleb*, türkische Weichsel mit wohlriechender Rinde; *P. Laurocerasus*, Kirschlorbeer mit immergrünen, dem Lorbeer entfernt ähnelnden Blättern.

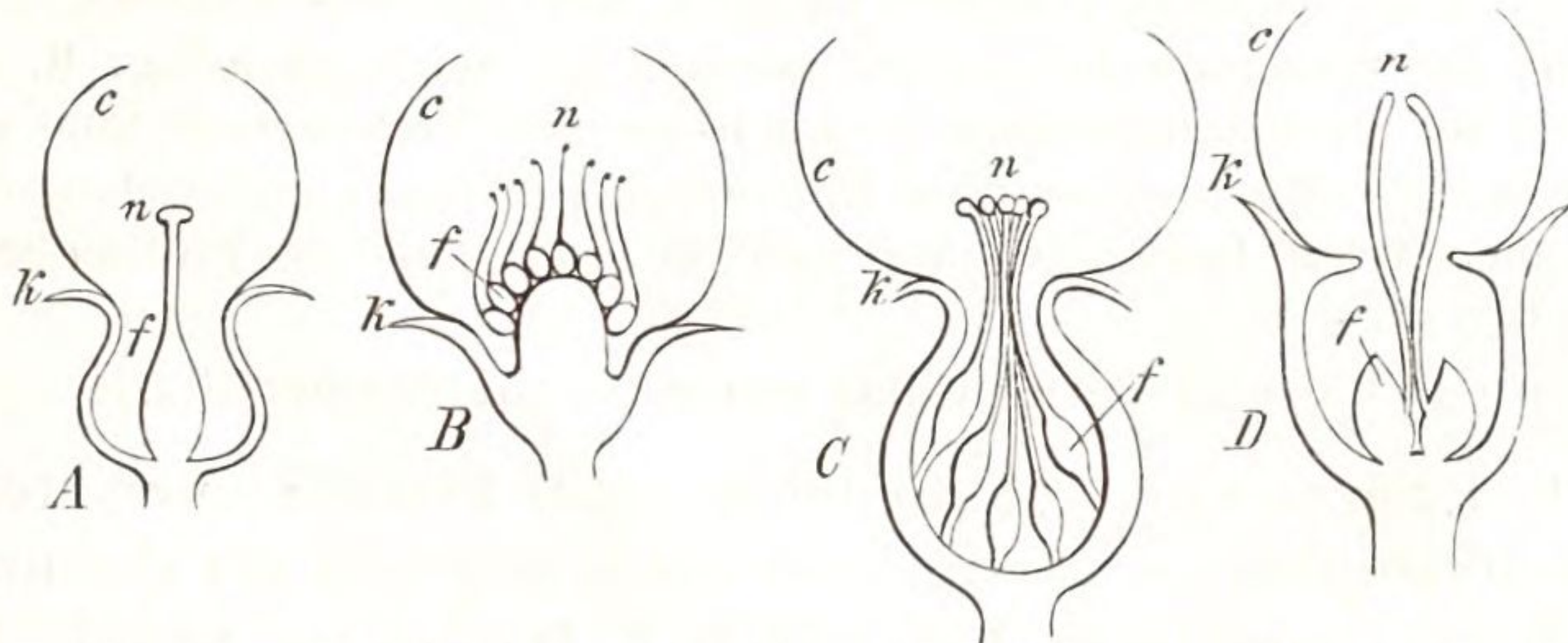


Fig. 243. Schema der Blüten von A Amygdaleen, B Dryadeen, C Roseen, D Pomaceen. k Kelch, c Krone, f Fruchtknoten, n Narbe.

Officinell: *Amygdalae amarae*, bittere Mandeln, die Samen von *Amygdalus communis* var. *amara*; *Amygdalae dulces*, süsse Mandeln von *A. communis* var. *dulcis*; *Folia Laurocerasi* von *Prunus Laurocerasus* (Orient).

Fam. 4. *Sanguisorbeae*. Ein oder wenige monomere Fruchtknoten mit je einer hängenden Samenknospe im Grunde des oben verengerten Hypanthiums, welches bei der Reife erhärtet.

Alchemilla mit viergliedriger Blüthe ohne Krone, nur vier (oder weniger) mit den Kelchblättern alternirenden Staubfäden; Aussenkelch; *A. vulgaris*, *arvensis* häufig. — *Sanguisorba*, ohne Krone, mit episepalen Staubfäden, ohne Aussenkelch; *S. officinalis* auf Wiesen häufig. — *Poterium* ebenso mit zahlreichen Staubfäden, polygam. — *Agrimonia* mit fünfzähliger Blüthe, zahlreichen Staubfäden, mit Krone; das Hypanthium ist aussen mit zahlreichen Borsten besetzt.

Officinell: Flores Kosso, die Blütenstände von *Hagenia abyssinica* (= *Brayera anthelmintica*) in Abyssinien.

Fam. 5. *Dryadeae*. Die zahlreichen Fruchtknoten mit je einer Samenknospe stehen meist auf einer aus der Höhlung des Hypanthiums hervorwachsenden Erhebung der Axe (Fig. 243 B, 244 B). Der Kelch wird meist von einem Aussenkelch, bestehend (wie auch bei voriger Familie), aus den verwachsenen Nebenblättern der Kelchblätter umgeben. Die Staubfäden meist zahlreich mit complicirter Alternation der Quirle, die bald mit der Krone gleichzählig, bald doppelzählig sind. Durch die quirlige Anordnung der Staubfäden, sowie durch das Hypanthium unterscheiden sich die Blüten von den äusserlich ähnlichen der Ranunculaceen, deren Staubfäden aber spiralig angeordnet sind und bei denen die Kelchblätter bis zum Blütenstiel frei von einander sind, während sie hier, dem Hypanthium inserirt, in eine Röhre verwachsen zu sein scheinen.

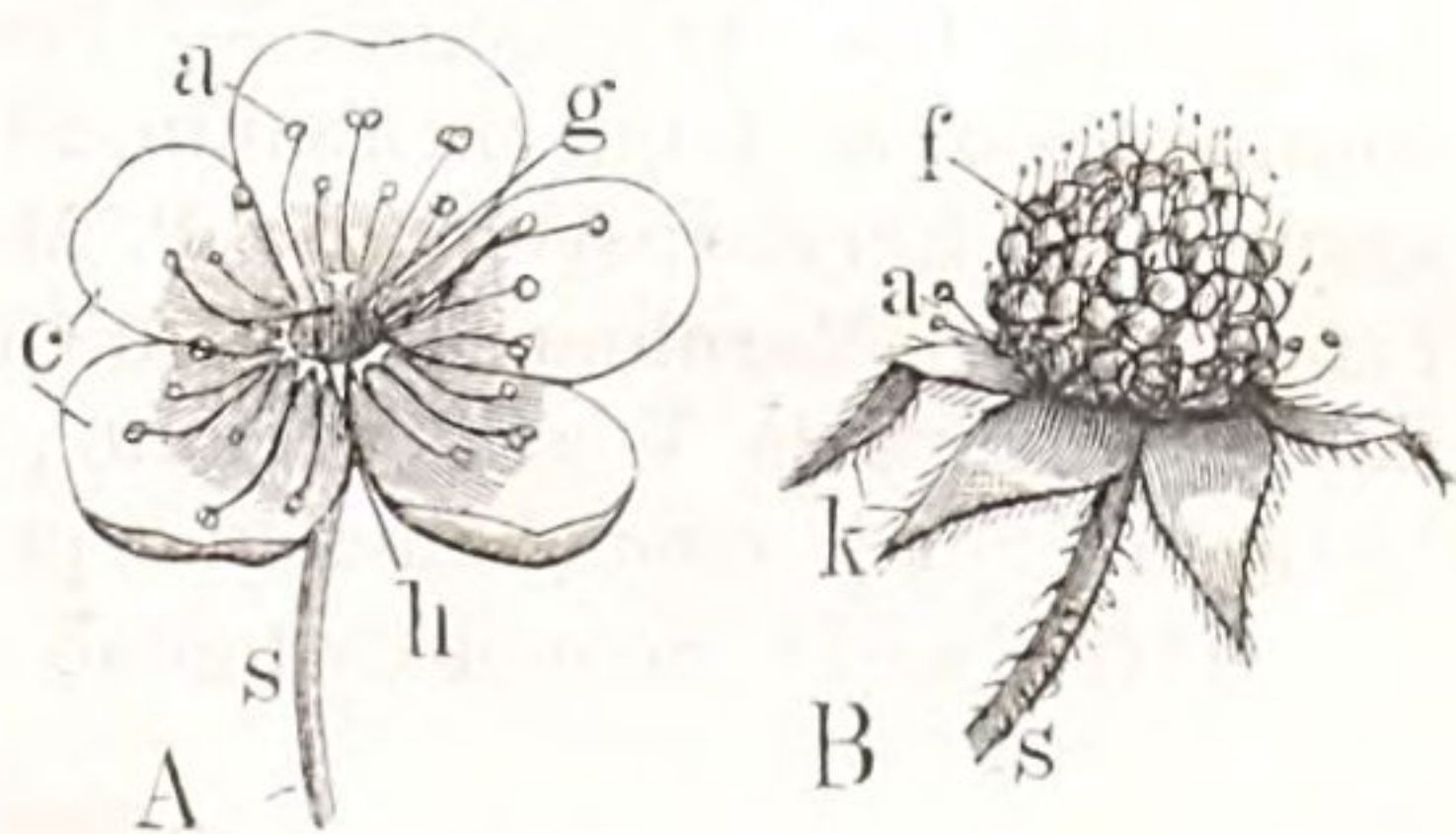


Fig. 244. A Blüthe der Kirsche, s Blütenstiel, c Krone, a Staubfäden, g Griffel vorragend aus der Höhlung des Hypanthiums h. — B Frucht der Brombeere *Rubus fruticosus*, k Kelch, f die fleischigen Fruchtknoten.

Potentilla mit trockenen Früchten und trockenem Blütenboden, in zahlreichen Arten *P. reptans*, *anserina*, *verna*, *Tormentilla* u. a. häufig. — *Fragaria* Erdbeere; bei der Reife wird der die Früchtchen tragende Blütenboden fleischig und schliesst die harten Früchtchen ein; *F. elatior*, *vesca*, *collina* in Wäldern; *F. virginiana* und andere nordamerikanische Arten in Gärten cultivirt. — *Geum* mit hakenförmig geknieten Griffeln, *G. urbanum*, *rivale* nicht selten. — *Dryas octopetala*, niederliegender Strauch der Alpen mit geschwänzten Früchten (ähnlich wie *Clematis Vitalba*). — *Rubus* ohne Aussenkelch; die einzelnen Früchtchen werden bei der Reife saftig; *R. Idaeus* Himbeere, deren zu einer Scheinbeere verwachsene Früchtchen sich vom vertrocknenden Blütenboden völlig loslösen; bei *R. caesius*, *fruticosus* und vielen anderen, letzterem ähnlichen Arten, Brombeere, löst sich der obere Theil des Blütenbodens sammt den Früchtchen ab.

Officinell: Rhizoma Tormentillae von *Potentilla Tormentilla*.

Fam. 6. *Pomaceae*. Fünf oder weniger Fruchtknoten stehen in der Höhlung des Hypanthiums, verwachsen unter sich und mit der umgebenden Wandung des Hypanthiums (Fig. 243 D). Die so zu Stande kommende Scheinfrucht ist oben von den Kelchblättern gekrönt. Die einzelnen Früchtchen werden entweder hart und erscheinen wie Steinkerne dem saftigen Hypanthium eingesenkt (Steinapfel), oder werden kapselartig mit dünner Wand und erscheinen wie Fächer einer Frucht (Kernapfel), so z. B. das Kerngehäuse des gewöhnlichen Apfels, dessen saftiges Fleisch dem Hypanthium angehört. Die Kerne des Apfels sind die Samen, welche meist zu zweien am Grunde jedes Fruchtblattes stehen. — Staubfäden zahlreich in complicirter Alternation der Quirle; kein Aussenkelch. Holzpflanzen mit abfallenden Nebenblättern.

I. Mit Steinapfel:

Bei *Cotoneaster* ragen die Früchtchen oben frei aus dem Hypanthium vor; bei *Crataegus* Weissdorn sind sie völlig eingesenkt; *C. Oxyacantha* und *C. monogyna* häufig, andere Arten aus dem Orient und Nordamerika cultivirt; ähnlich *Mespilus* Mispel mit grosser kreiselförmiger Scheinfrucht, die von den fünf grossen Kelchblättern gekrönt ist. —

II. Mit Kernapfel.

Cydonia, Quitte mit zahlreichen Samenknospen an der Nath jedes Carpells; deren Aussenschichte verschleimt. — *Pirus* mit zwei grundständigen Samenknospen; *P. communis* u. a. Arten Birnbaum mit ungenabelter Frucht, im Querschnitt aussen abgerundeten Kernhausfächern; *P. Malus* u. a. Apfelbaum, mit an der Basis genabelter Frucht, deren Kernhausfächer im Querschnitt aussen spitz sind. Aehnlich *Sorbus*, wozu *S. aucuparia* Vogelbeerbaum, *S. Aria*, *torminalis* u. a. — *Amelanchier*, Felsenbirne mit nur je einer Samenknospe im Fruchtfach.

Officinell: Semen Cydoniae von *Cydonia vulgaris*.

Ordnung 25. Leguminosae.

Blüthen meist median zygomorph, hypo- oder perigyn mit Kelch und Krone, fünfzählig. Staubfäden zehn oder mehr. Fruchtknoten aus einem einzigen vorne stehenden Carpell gebildet, das die Samenknospen an der Bauchnath trägt, wird zu einer Hülse. Blüthen stets seitlich. Blätter fast immer zusammengesetzt.

Fam. 4. *Papilionaceae*. Blüthen schmetterlingsförmig, d. h. median zygomorph mit folgender Ausbildung. Kelch fünfzählig, mit einem

Blatt nach vorne, meist noch über die Insertion von Krone und Androeceum hinaus zu einer Röhre verwachsen, deren fünf Zähne oft von ungleicher Grösse sind, zuweilen zwei Lippen, eine zweizählige Ober- und eine dreizählige Unterlippe bilden. Fünf Kronenblätter alterniren mit den Kelchblättern, decken einander in absteigender Ordnung, d. h. die vorderen werden von den nächsthinteren gedeckt. Das hintere grösste wird Fahne (vexillum) genannt (Fig. 245 *fa*); die zwei seitlichen, die Flügel (alae) sind kleiner (Fig. 245 *fl*); die zwei vorderen sind zu einem hohlen kahnförmigen Gebilde dem Schiffchen (carina Fig. 245 *s*) verwachsen oder seltener bloss in ähnlicher Form aneinander gelegt. Nur selten ist die Krone theilweise (bei *Amorpha* nur die Fahne vorhanden) oder ganz unterdrückt. Die zehn Staubgefässe (episepal und epipetal) sind entweder alle zu einer Röhre verwachsen, oder der hintere Staubfaden frei, die Röhre der neun übrigen folglich oben geschlitzt, nur selten sämmtlich frei. Sie krümmen sich meist nach aufwärts und nehmen auch nach rückwärts an Länge ab.

Der Fruchtknoten, von der Staubfadenröhre eingeschlossen, besteht nur aus einem vorne stehenden Fruchtblatt, ist jedoch manchmal durch eine falsche Längsscheidewand in zwei Längsfächer, oder durch Querscheidewände in einzelne Kammern getheilt. Frucht meist eine Hülse (s. Fig. 460 *A*), seltener eine einsamige Schliessfrucht. — Die Blüthen stehen einzeln axillär oder in racemösen Inflorescenzen. Die Blätter sind nur selten ganz, meist handförmig oder fiederförmig zusammengesetzt, mit oft stark entwickelten Nebenblättern (s. Fig. 8 *C*).

Unterfamilie 4. Loteae. Hülse einfächerig oder der Länge nach zweifächerig, meist aufspringend, mehrsamig. Cotyledonen bei der Keimung oberirdisch blattartig.

a) Sämmtliche zehn Staubfäden in eine Röhre verwachsen:

Genista und *Cytisus* in mehreren Arten; erstere mit einfachen Blättern, *G. germanica* mit Dornen, *G. tinctoria*; letzterer mit meist dreizähligen Blättern; *C. Laburnum* Bohnenbaum verbreiteter Zierstrauch. — *Sarothamnus scoparius* Besenpflume, mit kopfförmiger Narbe, in sandigen Gegenden. — *Lupinus* mit schwammigen Querscheiden in der Hülse, *L. luteus* als Futterpflanze gebaut. — *Ononis repens* und *spinosa*, *Anthyllis Vulneraria*, Wundklee häufig auf Wiesen.

b) Der hintere Staubfaden ganz oder wenigstens zur Hälfte frei:

Trifolium, Klee; Staubfäden theilweise mit der Krone verwachsen, diese umhüllt verwelkt noch die kleine Hülse; Blüthen in Köpfchen. *T. pratense*, rother Klee, *T. repens*, hybridum häufig auf Wiesen, *T. incarnatum* aus dem Orient, als Futterpflanze gebaut. — *Lotus corniculatus*, Hornklee, mit geschnäbeltem Schiffchen, spiralig gedrehten Hülsenklappen, gemein auf Wiesen. — *Medicago* Schneckenklee mit meist spiralig gedrehter Hülse, abfallender Krone; *M. falcata*, *lupulina* gemein; *M. sativa*, Luzerne, gebaut. — *Melilotus*, Steinklee mit kugeliger Hülse, *M. alba*, *officinalis* an Flusssufern u. dgl. häufig. — *Trigonella*. — *Indigofera tinctoria* in Ostindien, liefert Indigo. — *Glycyrrhiza*, Süssholz. — *Colutea* Blasenstrauch mit blasig aufgetriebener Frucht,

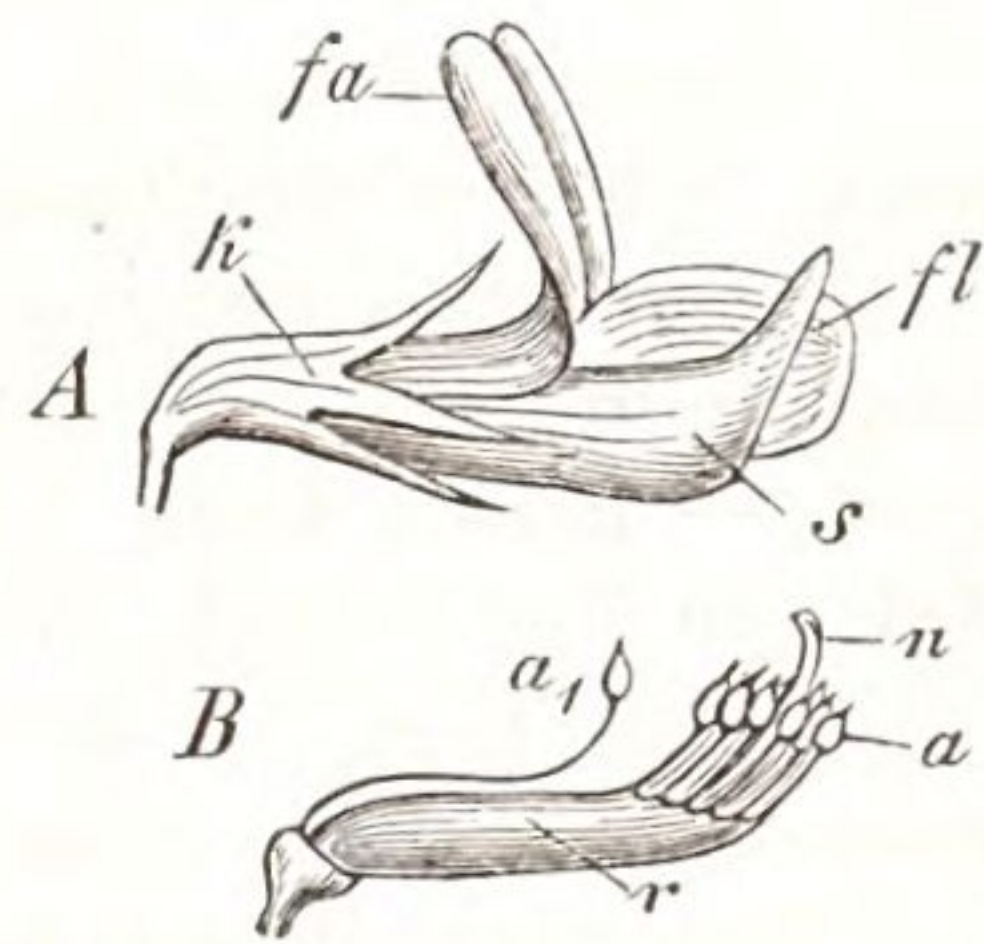


Fig. 245. Blüthe von *Lotus corniculatus*, etwas vergr. *A* nach Wegnahme des zugewendeten Flügels, *k* Kelch, *fa* Fahne, *fl* Flügel, *s* Schiffchen, *B* nach Wegnahme der Krone, *r* Staubfadenröhre, *a₁* der freie Staubfaden; *a* Antheren, *n* Narbe.

nebst Arten von *Caragana* als Zierstrauch cultivirt. — *Robinia Pseudacacia*, fälschlich Akazie genannt, aus Nordamerika stammend, aber bei uns völlig eingebürgert. — *Amorpha fruticosa* häufiger Zierstrauch aus Nordamerika. — *Astragalus* mit längsgefächerter Hülse, besonders im Orient in vielen Arten.

Unterfamilie 2. *Hedysareae*. Hülse quergefächert, meist in Glieder zerfallend. Cotyledonen oberirdisch, blattartig.

Hippocrepis, *Coronilla* häufig auf Wiesen; *Onobrychis sativa*, Esparsette, auch als Futterpflanze gebaut. — *Arachis hypogaea*, Erdmandel, im tropischen America, reift die Früchte unter der Erde.

Unterfamilie 3. *Vicieae*. Hülse einfächerig; Cotyledonen unterirdisch bleibend; hinterer Staubfaden frei; Blätter meist mit Ranken.

Vicia sativa Futterwicke, und *V. Faba*, Saubohne, cultivirt, andere Arten bei uns häufig wild. — *Pisum sativum* und *arvense* Erbse, als Futter und Gemüsepflanzen gebaut. — *Ervum Lens*, Linse, aus Südeuropa. — *Lathyrus* und *Orobus* in mehreren Arten in Wäldern, *L. odoratus* u. a. Zierpflanzen.

Unterfamilie 4. *Phaseoleae*. Hülse einfächerig; Cotyledonen meist oberirdisch, aber dick, nicht blattartig; Blätter meist unpaarig (häufig dreizählig) gefiedert.

Phaseolus vulgaris und *multiflorus*, Bohne, als Gemüsepflanzen cultivirt. — *Wisteria chinensis* Schlinggewächs häufige Zierpflanze. — *Physostigma*.

Unterfamilie 5. *Dalbergieae*. Hülse nicht aufspringend, Cotyledonen fleischig.

Pterocarpus. — *Dipterix odorata*, Tonkabohne in Südamerika, enthält im Samen Cumarin.

Unterfamilie 6. *Sophoreae*. Staubfäden sämtlich frei. *Sophora japonica*, *Cladrastis lutea*, Zierbäume. — *Myroxylon*.

Officinell: *Herba Meliloti* von *Melilotus officinalis*; *Semen Foeni graeci* von *Trigonella Foenum graecum* (Südeuropa); *Fabae Calabaricae* von *Physostigma venenum* (Africa); *Radix Liquiritiae glabrae* und *mundata* von *Glycyrrhiza glabra* (Südeuropa); *Radix Ononidis* von *Ononis spinosa*; *Tragacantha*, *Traganthgummi* von *Astragalus creticus* u. a. Arten (Orient); *Balsamum peruvianum* von *Myroxylon sonsonatense* und *Balsamum tolutanum* von *M. toluiferum* (Südamerika); *Kino*, der eingedickte Saft von *Pterocarpus Marsupium* (Ostindien).

Fam. 2. *Caesalpinieae*. Blüten zygomorph, aber nicht schmetterlingsförmig, mit aufsteigender Deckung der Krone oder actinomorph. Staubfäden zehn oder weniger, frei oder verwachsen. Die Hülse häufig durch Querwände gegliedert, nicht aufspringend. Blüten in Rispen oder Trauben.

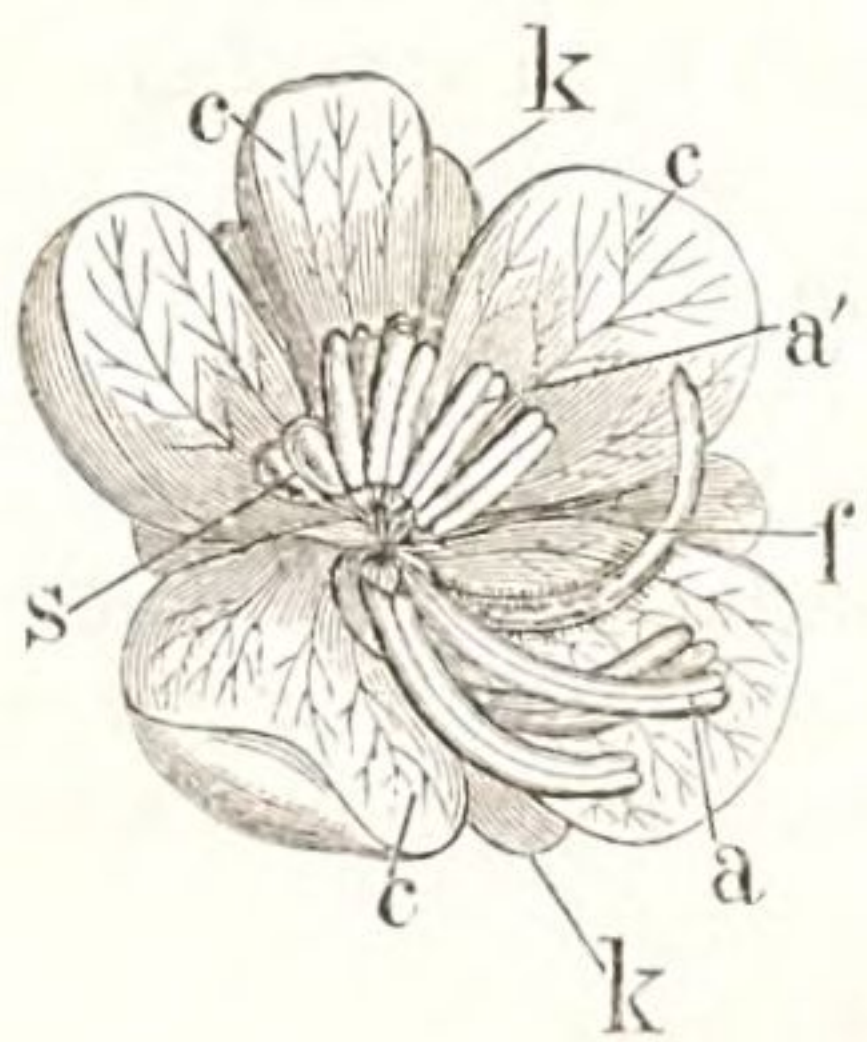


Fig. 246. Blüthe einer *Cassia* (wenig vergr.). *k* Kelch, *c* Krone, *a* Staubfäden, *a'* die mittleren kürzeren Staubfäden, *f* der Fruchtknoten.

Gleditschia triacanthos u. a. Arten Zierbäume mit starken Dornen; *Cercis Siliquastrum*, Judasbaum, Zierstrauch mit rundlichen Blättern. — Von *Caesalpinia brasiliensis* stammt das Fernambuchholz.

Officinell: *Folia Sennae* von *Cassia lenitiva* (Nordafrika); *Fructus Ceratoniae* Johannisbrod von *Ceratonia Siliqua* (Südeuropa); *Pulpa Tamarindorum*, das Fruchtfleisch von *Tamarindus indica* (Tropen); *Lignum Campechianum*, Blauholz von *Haematoxylon campechianum* (Antillen); *Balsamum Copaivae* von

Copaifera multijuga u. a. Arten (trop. America). — *Radix Ratanhiae* von *Krameria triandra* (Peru).

Fam. 3. *Mimoseae*. Blüten actinomorph mit klappiger Knospelage der Krone. Staubfäden zehn, selten weniger, oder sehr zahlreich,

meist frei, gewöhnlich viel länger als das Perigon. Hülse bisweilen durch Querwände gegliedert. Die Blüten sind stets Ähren oder Köpfchen.

Mimosa pudica, Sinnpflanze, mit reizbaren Blättern. — *Acacia* mit zahlreichen Arten in Africa, Asien, Neuhollland; einige der letzteren besitzen Blätter, die nur auf einen in Richtung der Mediane verbreiterten Blattstiel (Phyllodium) reducirt sind.

Officinell: Gummi arabicum von *Acacia nilotica*, Seyal, tortilis u. a. im tropischen Africa; Catechu, der eingedickte Saft von *Acacia Catechu* (Ostindien); früher auch Gummi senegalense von *Acacia Adansoni* u. a. (Westafrika).

Ordnung 26. Thymelaeinae.

Blüten actinomorph meist vier oder fünfzählig; Krone meist unterdrückt; Staubfäden typisch in zwei Kreisen; Fruchtknoten monomer, mit einer anatropen Samenknope, im Grunde des Hypanthiums.

Fam. 4. Thymelaeaceae. Blüten zwittrig. Kelch nebst Hypanthium corollinisch mit vierlappigem Saum, die Krone bei ausländischen Gattungen in Form kleiner Schüppchen entwickelt. Die vier episepalen Staubfäden meist höher hinauf der Kelchröhre angewachsen, als die epipetalen (Fig. 248). Samenknope hängend; Frucht eine Beere.

Daphne Mezereum, Seidelbast, häufig in Wäldern. Die meist dreiblühigen Blütenstände stehen in den Achseln der vorjährigen Laubblätter und entfalten ihre Blüten vor den Laubblättern des gleichen Jahres.

Officinell: Cortex Mezerei, die Rinde von *Daphne Mezereum*.

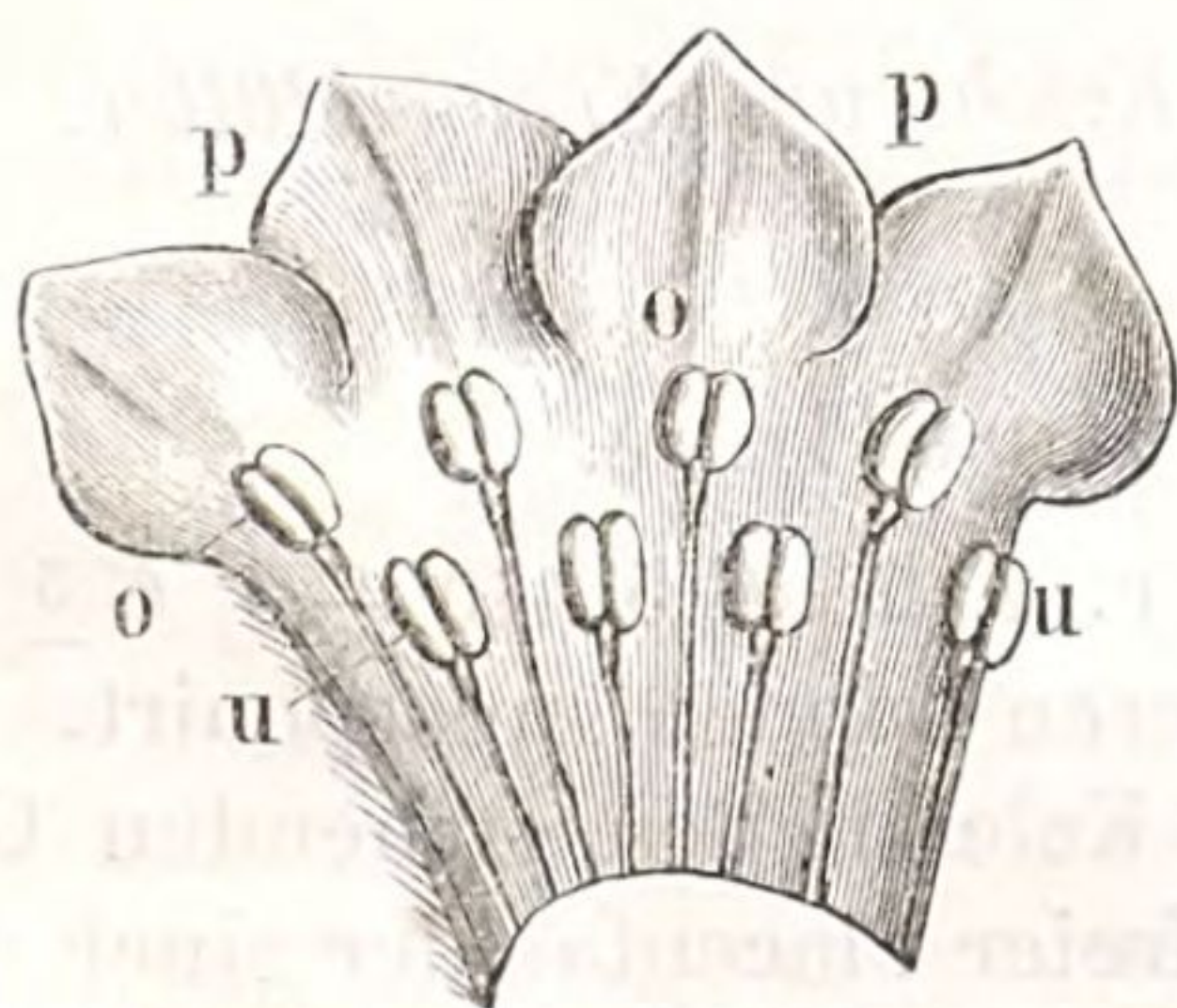


Fig. 248. Perigon der Blüte von *Daphne Mezereum* ausgebreitet (5mal vergr.) o die vier oberen, u die vier unteren Staubfäden, mit dem Kelch verwachsen.

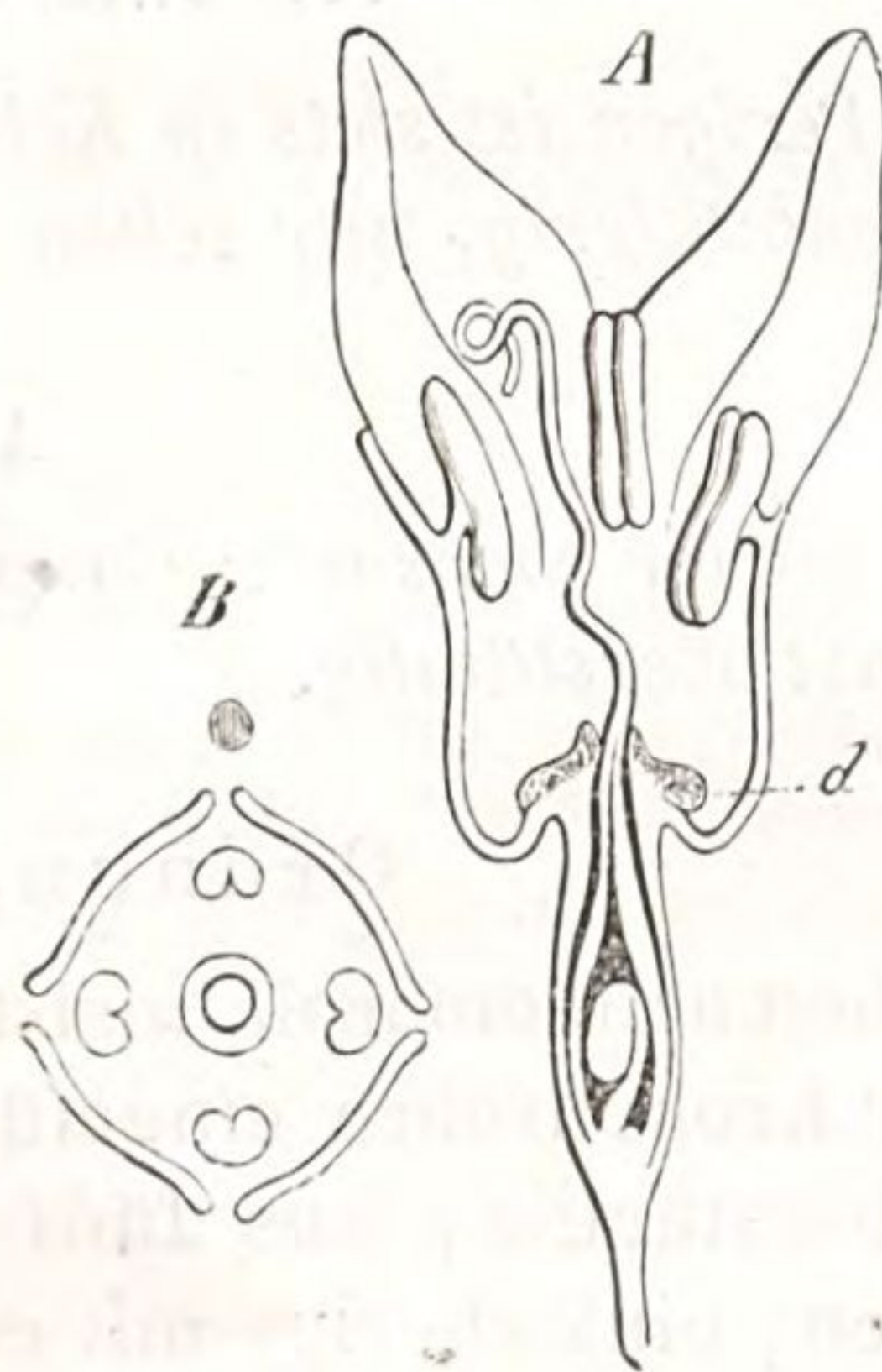


Fig. 249. Zwitterblüte von *Elaeagnus fusca*, A im Längsschnitt, B Diagramm (irrtümlich mit diagonalen Stellung des Kelches statt median-lateraler), d Discus (vergr. nach Sachs).

Fam. 2. Elaeagneae. Blüten diclinisch oder polygam, vier- oder zweigliederig; die Krone fehlt völlig. Die episepalen Staubfäden fehlen bisweilen (Fig. 249 B). Ein Discus (Fig. 249 A, d) verschliesst häufig das

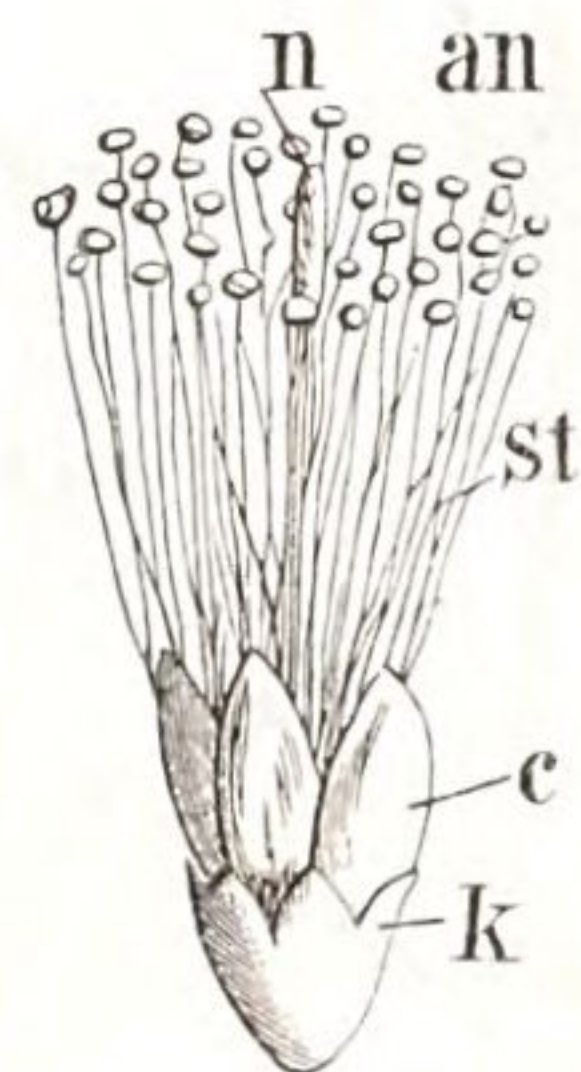


Fig. 247. Blüte einer *Acacia* (vergr.). k Kelch, c Krone, st Staubfäden mit den Antheren an; n Narbe.

Hypanthium. Frucht eine Achene, vom Receptaculum oder dem ganzen Perigon umschlossen. Samenknospe grundständig. Die Blätter sind besonders unterseits mit schuppenförmigen Haargebilden versehen.

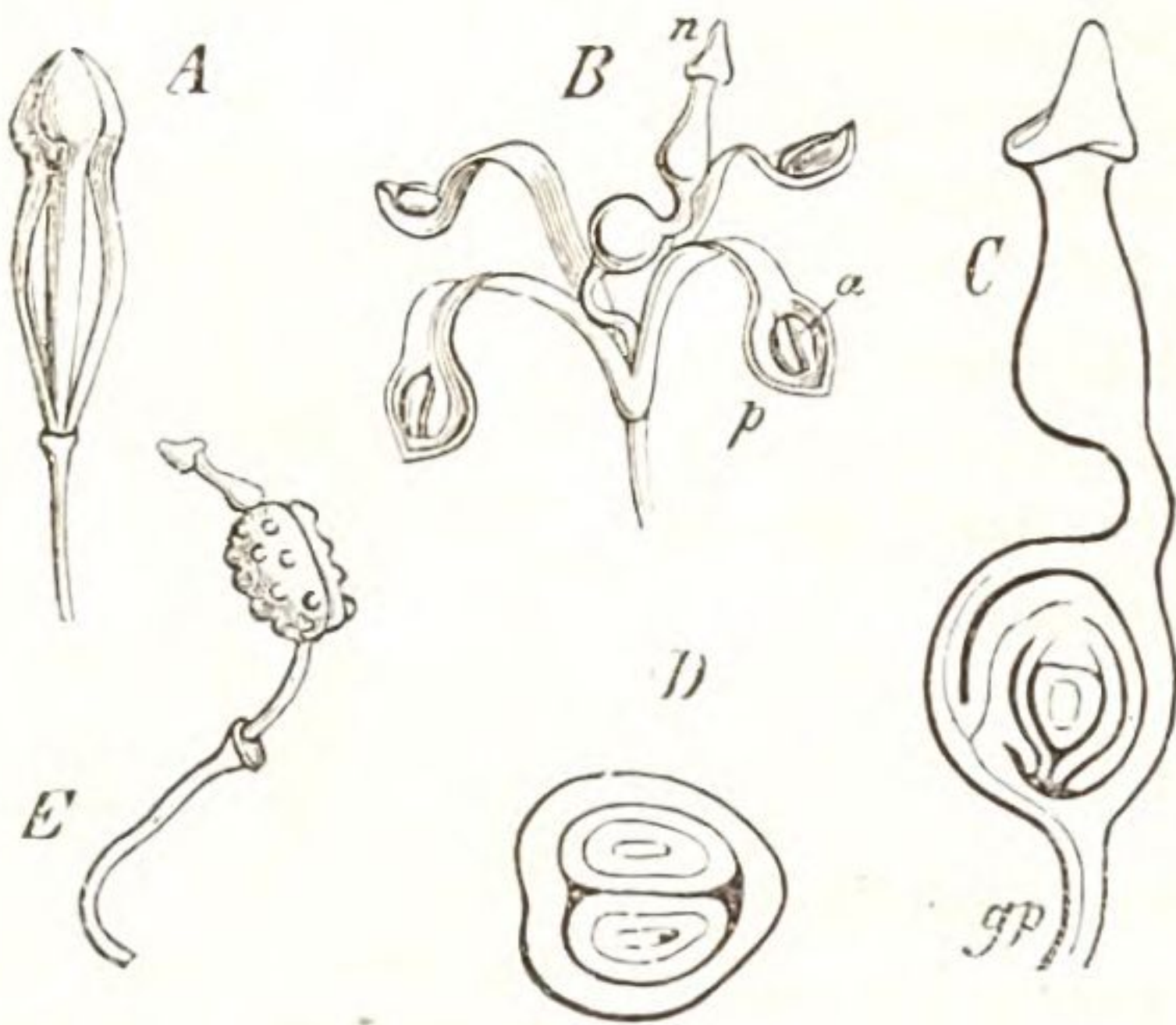


Fig. 250. Blüthe von *Manglesia glabrata*; A vor dem Aufblühen; B geöffnet, p Perigonzipfel, a Anthere, n Narbe, C Fruchtknoten, unten der Länge nach durchschnitten, gp Gynophorum. D Querschnitt des Fruchtknotens. E reife Frucht (nach Sachs).

Hippophaë rhamnoides Sanddorn, an Flussufern stellenweise häufiger Strauch; die kleineren Zweige endigen meist in einen Dorn, Blüten diöcisch, zweigliederig; Kelch zur Zeit der Fruchtreife fleischig, orangefarbig. — *Elaeagnus* mit viergliedrigen polygamen Blüten (Fig. 249) öfters cultivirt.

Fam. 3. *Proteaceae* von zweifelhafter Verwandtschaft. Blüten zwittrig. Die sehr kurzen Staubfäden sind den vier Perigonzipfeln superponirt und angewachsen (Fig. 250 B); beim Aufblühen spaltet sich die Röhre des Perigons oft noch

tiefer hinab in vier Theile. Der Fruchtknoten wird meist von einer besonderen Axenverlängerung getragen (Fig. 250 C, gp).

Protea, *Grevillea*, *Manglesia* u. a. meist in Südafrika und Australien.

IV. Unterklasse. Gamopetalae.

Das Perigon ist stets in Kelch und Krone geschieden, letztere fast immer verwachsenblüttrig, nur selten unterdrückt.

A. Isocarpeae.

Fast immer ebensoviel Carpelle, als Kelch- und Kronenblätter. Fruchtknoten meist oberständig.

Ordnung 27. Primulinae.

Blüthen actinomorph, meist pentamer. $K(5) (C(5) A0 + 5) G(5)$. Staubfäden der Kronenröhre eingefügt und deren Lappen superponirt. Fruchtknoten oberständig, aus fünf vor den Kelchtheilen stehenden Carpellen verwachsen, einfächerig, mit centraler freier Placenta oder einer centralen Samenknospe.

Fam. 4. *Primulaceae*. Ein ungetheilter Griffel auf dem Fruchtknoten. Samenknospen zahlreich auf einer in der Mitte der Fruchtknoten- höhlung sich erhebenden Placenta (s. Fig. 448 G). — Die Krone ist röhrig verwachsen und geht in einen fünflappigen Saum aus, fehlt nur bei *Glaux*; die Staubbeutel (Fig. 251 a) sind der Kronenröhre angewachsen und deren Lappen superponirt; man erklärt diese Stellung der Staubfäden dadurch,

dass ein äusserer Kreis von Staubfäden, der bei der folgenden Ordnung vorhanden ist, fehlschlägt. Frucht eine Kapsel. — Krautartige Pflanzen mit meist ansehnlichen Blüten.

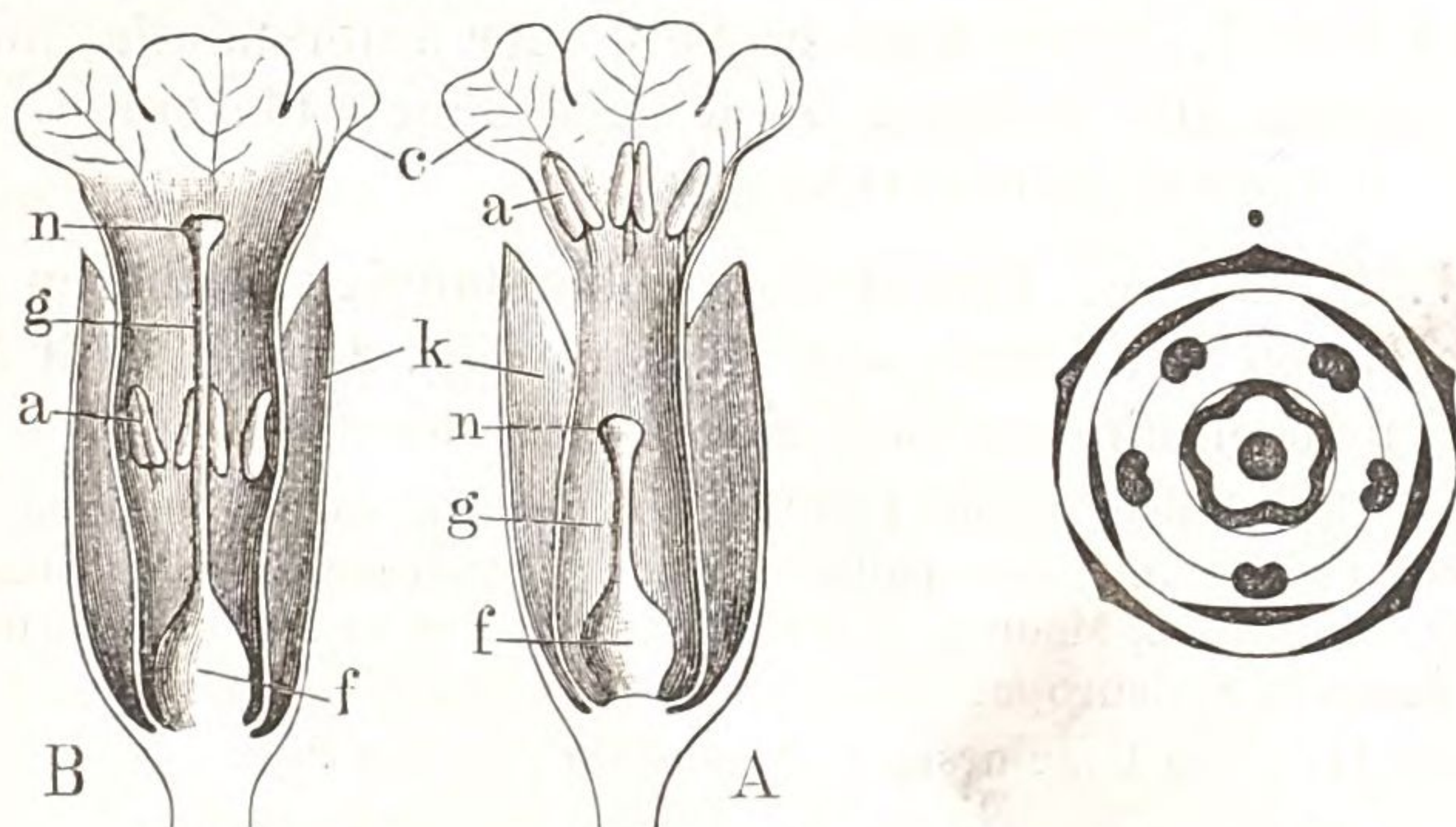


Fig. 251. Blüten von *Primula elatior* im Längsschnitt (vergr.). *A* der kurzgriffeligen, *B* der langgriffeligen Form; *k* Kelch, *c* Krone, *a* Staubbeutel, *f* Fruchtknoten, *g* Griffel, *n* Narbe. — Diagramm der Primulaceenblüthen.

Primula mit fünfzählig aufspringender Kapsel, fünfspaltigem Kelch; *P. elatior*, officinalis u. a., Schlüsselblume; bemerkenswerth ist die Heterostylie, d. h. die Eigenthümlichkeit, dass bei den einen Exemplaren der Griffel so lang ist wie die Kronenröhre und die Staubbeutel auf halber Höhe sitzen (Fig. 251, *B*), während bei anderen Exemplaren (Fig. 251, *A*) der Griffel nur halb so lang ist, und die Antheren am oberen Rande der Röhre sitzen. Fruchtbare Wirkung hat nur der Pollen aus Antheren, welche auf gleicher Höhe mit der Narbe der bestäubten Blüthe stehen. — *Anagallis* mit queraufspringender Kapsel; *A. arvensis* auf Aeckern. — *Cyclamen europaeum* mit unterirdischer Knolle, zurückgeschlagenen Kronenzipfeln. — *Lysimachia* mit fünftheiligem Kelch. — *Trientalis* mit meist siebenzähliger Blüthe.

Officinell: Flores Primulae von *Primula officinalis*.

Fam. 2. Myrsineae. Von vorigen nur durch die Beerenfrucht und holzigen Stamm verschieden. *Ardisia* mit rothen Beeren, Zierpflanze.

Fam. 3. Plumbagineae. Fünf Griffel auf dem Fruchtknoten. Nur eine auf dem Grunde der Fruchtknotenhöhlung stehende Samenknospe. Blüten häufig klein in dichten Inflorescenzen mit zahlreichen Bracteen.

Armeria, die Blüten in Köpfchen, die von einer aus den untersten Deckblättern gebildeten Hülle umgeben werden; *A. vulgaris*, hie und da auf Sandboden. — *Statice* mit einseitwendigen Aehren, am Seestrände. — *Plumbago* in Südeuropa und Indien.

Ordnung 28. Diospyrinae.

Blüthen actinomorph, vier- bis achtzählig, oft $K4\ C(4)\ A4 + 4\ G(4)$; äussere Staubfäden bisweilen unterdrückt. Die Fruchtblätter den Kelchblättern superponirt. Fruchtknoten mehrfächerig mit wandständigen Samenknospen. Frucht meist fleischig.

Fam. 1. Sapoteae. Tropische Bäume mit Milchsaft.

Isonandra Gutta (Ostindien) liefert Guttapercha.

Fam. 2. Ebenaceae. Bäume, Blüten meist diklinisch.

Diospyros Ebenum in Ostindien liefert Ebenholz.

Fam. 3. Styraceae. Blüten perigyn oder epigyn. Bäume.

Officinell: Benzoe, Harz von *Styrax Benzoin* in Ostindien.

Ordnung 29. Bicornes.

Blüthen vier- oder fünfzählig. Staubfäden meist in zwei Kreisen; die Fruchtblätter den Kronenblättern superponirt. $Kn\ C(n)\ An + n \mid G(n)$, wobei $n = 4$ oder 5 . Fruchtknoten ober- oder unterständig, mehrfächerig mit grossen gegen die Höhlung zurückgebogenen Placenten. Same mit Endosperm. Antheren oft mit Anhängseln.

Fam. 1. *Ericaceae*. Fruchtknoten oberständig; Antheren gewöhnlich mit zwei Poren an der Spitze sich öffnend (Fig. 252 A), mit Anhängseln versehen. Frucht eine meist loculicide Kapsel oder fleischig.

Erica mit vierzähliger Krone, loculicider Kapsel, *E. carnea*, *cinerea*, *Tetralix* und andere Arten, *Calluna* (mit vierspaltiger Krone, septifragler Kapsel) *vulgaris*, Haidekraut, häufig auf Haiden, Mooren. — *Arctostaphylos Uva ursi* mit Steinfrucht. — *Arbutus Unedo*, Baum in Südeuropa.

Officinell: Folia Uvae ursi von *Arctostaphylos Uva ursi*.

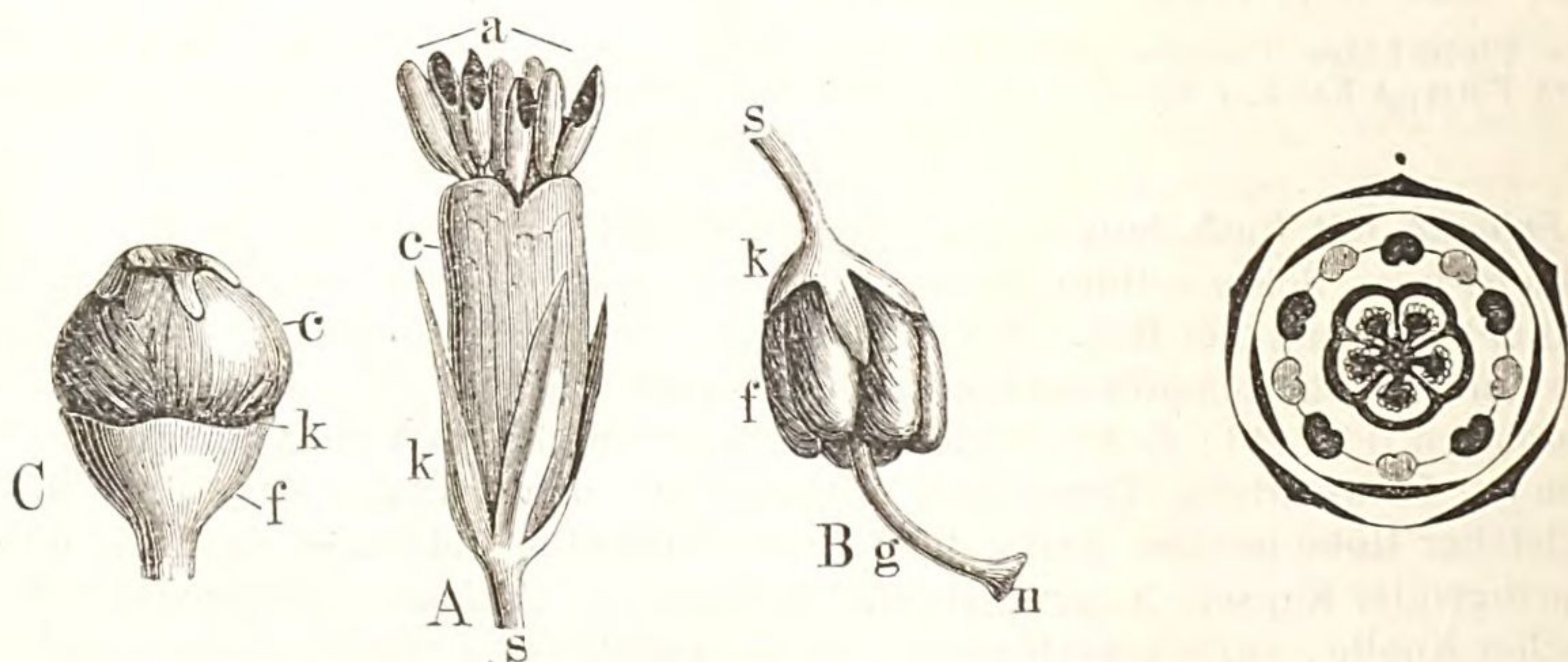


Fig. 252. A Blüthe von *Erica*, s Blüthenstiel, k Kelch, c Krone, a Antheren; B Frucht von *Pirula rotundifolia*; s Blüthenstiel, k Kelch, f Frucht, deren Fächer mit den Kelchzipfeln alterniren; g Griffel, n Narbe, C Blüthe von *Vaccinium Myrtillus*, f der unterständige Fruchtknoten, k Kelch, c Krone. — Diagramm einer fünfzähligen Ericaceenblüthe; der epipetale Staubfadenkreis schraffirt, weil nach abwärts verschoben.

Fam. 2. *Epacrideae*. Der epipetale Staubfadenkreis fehlt meist; Antheren mit nur einer Spalte aufspringend, Fruchtknoten oberständig. Australien.

Fam. 3. *Rhodoraceae*. Fruchtknoten oberständig, Antheren gewöhnlich mit zwei Poren an der Spitze aufspringend, ohne Anhängsel. Frucht eine septicide Kapsel.

Rhododendron ferrugineum, *hirsutum*, Alpenrose; andere Arten von *Rhododendron* und *Azalea* aus Indien und den pontischen Gegenden als Zierpflanzen cultivirt.

Fam. 4. *Pirulaceae*. Fruchtknoten oberständig; Kronenblätter gewöhnlich nur ganz an der Basis verwachsen. Antheren meist mit Poren oder einer Querspalte aufspringend ohne Anhängsel. Frucht eine loculicide Kapsel. Same sehr klein mit winzigem wenigzelligem Embryo und verhältnissmässig grossem Integument. Chlorophyllhaltige Humusbewohner.

Pirula rotundifolia, *secunda* häufig in Wäldern, *P. umbellata*, *uniflora* seltener.

Fam. 5. *Monotropeae*. Chlorophyllfreie Humusbewohner mit schuppenförmigen Blättern, sonst den vorigen gleich.

Monotropa Hypopitys in Wäldern nicht selten.

Fam. 6. *Vaccinieae*. Fruchtknoten unterständig (Fig. 252 C). Antheren mit Anhängseln (s. Fig. 444 B auf pag. 460), meist mit zwei Poren sich öffnend. Frucht eine Beere.

Vaccinium *Vitis idaea* Preiselbeere mit immergrünen Blättern, gewöhnlich zweimal im Jahre blühend und fruchttragend. *V. Myrtillus* Heidel- oder Thaubere, mit krautigen, im Herbst abfallenden Blättern. *V. Oxycoccus* und *V. uliginosum* kleine Sträucher in Wäldern und Mooren häufig.

B. *Anisocarpeae*.

Gewöhnlich nur zwei mediane (oder etwas schräg gestellte) Carpelle.

1. *Hypogynae*.

Fruchtknoten oberständig.

Ordnung 30. *Diandrae*.

Blüthen actinomorph; Blütenkreise gewöhnlich zwei- und vier- (selten fünf-) gliederig. Staubfäden und Fruchtblätter stets nur zwei in alternirender Stellung. Fruchtknoten zweifächerig mit ungetheiltem Griffel, je zwei Samenknochen. Blätter meist decussirt, ohne Nebenblätter. Formel meist $K_4 (C_4) A_2 G_{(2)}$.

Fam. 1. *Oleaceae*. Kelch und Krone meist viergliedrig, zuweilen fehlend. Krone mit klappiger Knospenlage. Samenknochen hängend anatrop. Frucht eine Kapsel oder Beere oder Steinfrucht. Same mit Endosperm. Stamm holzig, Blätter stets decussirt.

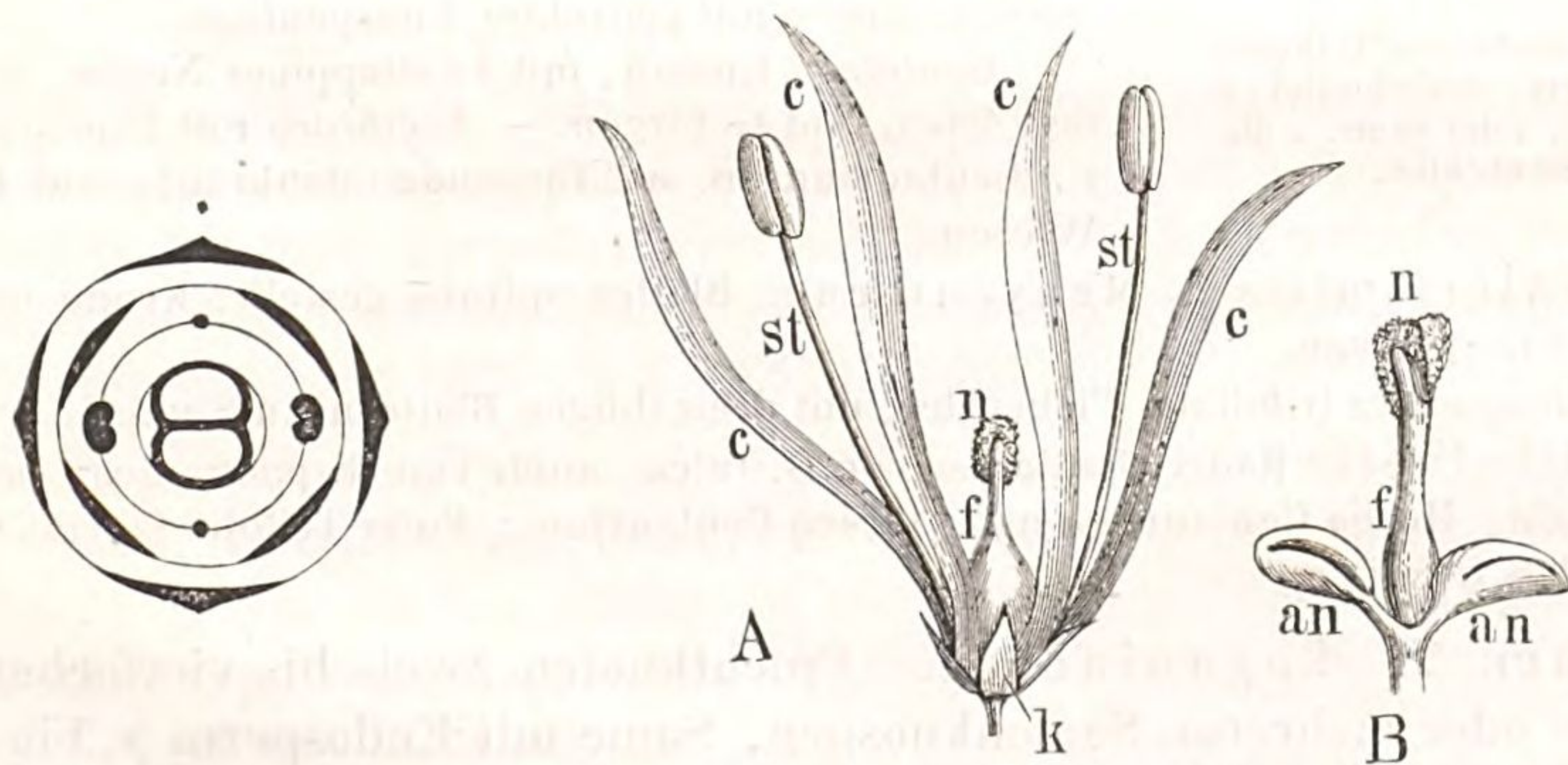


Fig. 253. A Blüthe von *Fraxinus Ornus* (vergr.). k Kelch, c Krone, st Staubfäden, f Fruchtknoten, n Narbe; B Zwitterblüthe von *Fraxinus excelsior*, an Antheren, f Fruchtknoten, n Narbe (vergr.). — Diagramm der Oleaceenblüthe.

Unterfamilie 1. *Oleineae*. Frucht eine Beere oder Steinfrucht.

Ligustrum mit Beerenfrucht; *L. vulgare*, Hartriegel, sehr verbreiteter Strauch; *Olea* mit Steinfrucht: *O. europaea*, Oelbaum im Orient und Südeuropa. Das im weichen Pericarp enthaltene Oel wird durch Auspressen gewonnen, in verschiedenen Sorten, als Baumöl, Olivenöl, Provenceröl u. s. w.

Unterfamilie 2. *Fraxineae*. Frucht eine Kapsel oder geflügelte Schliessfrucht.

Fraxinus, Esche, mit Flügelfrucht; bei *F. excelsior* u. a. fehlt das Perigon

(Fig. 253 B). Blüten polygam; bei *F. Ornus* Mannaesche in Südeuropa, ist das Perigon vollständig, die Krone bis zum Grunde getheilt (Fig. 253 A). — *Syringa* mit zweiklappiger Kapsel, vierlappigem Saume der Krone; *S. vulgaris* und *S. chinensis*, Flie-der, Holler, Ziersträucher.

Officinell: Manna, süsse Ausschwitzung von *Fraxinus Ornus*. *Oleum Olivarum* von *Olea europaea*.

Fam. 2. *Jasmineae*. Kelch und Krone fünf- bis viergliedrig; Krone mit dachig gedrehter Knospenlage. Samenknospen aufrecht, anatrop. Frucht eine Kapsel oder Beere. Same ohne Endosperm. Sträucher, häufig schlingend, bisweilen mit zerstreut gestellten Blättern.

Jasminum grandiflorum und andere Arten in Südeuropa enthalten in den Blüten ein sehr wohlriechendes ätherisches Oel.

Ordnung 31. *Contortae*.

Blüten actinomorph, in Perigon und Androeceum meist vier- oder fünfgliedrig, Krone mit meist rechtsgedrehter Knospenlage, Staubfäden der Kronenröhre eingefügt; zwei Fruchtblätter. Blätter meist decussirt, ohne Nebenblätter. $K\bar{5} \ (C\bar{5}) \ A\bar{5} \ G(2)$.

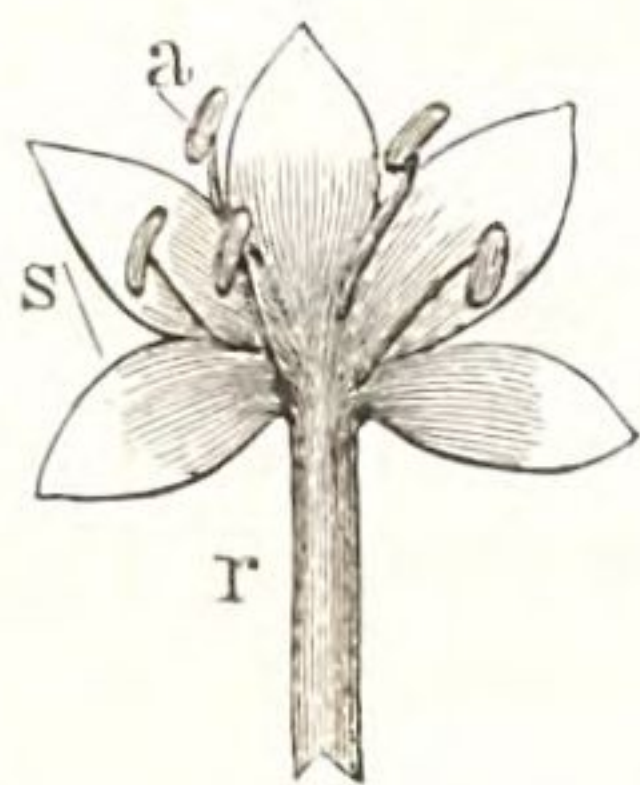


Fig. 254. Krone von *Erythraea Centaurium*, ausgebreitet, *r* die Röhre, *s* der Saum, *a* die Staubfäden.

Fam. 4. *Gentianeae*. Fruchtblätter vollkommen verwachsen zu einem ein- oder zweifächerigen Fruchtknoten; Samenknospen wandständig zahlreich, anatrop. Same mit Endosperm. Meist Kräuter ohne Milchsaft, mit fast immer ganzen Blättern.

Unterfamilie 4. *Gentianoideae*. Blätter decussirt; Krone mit gedrehter Knospenlage.

Gentiana, Enzian, mit zweilappiger Narbe, meist auf den Alpen und Gebirgen. — *Erythraea* mit kopfiger Narbe; *E. Centaurium* u. a. Tausendguldenkraut, auf feuchten Wiesen.

Unterfamilie 2. *Menyantheae*. Blätter spiralig gestellt; Krone mit klappiger Knospenlage.

Menyanthes trifoliata, Fieberklee, mit dreizähligen Blättern, in Sümpfen.

Officinell: *Radix Gentianae* von *G. lutea*, auch von *G. pannonica*, *purpurea*, *punctata*; *Herba Centaurii* von *Erythraea Centaurium*; *Folia Trifolii febrini* von *Menyanthes trifoliata*.

Fam. 2. *Loganiaceae*. Fruchtknoten zwei- bis vierfächerig mit je einer oder mehreren Samenknospen. Same mit Endosperm (s. Fig. 457 A auf p. 175). Meist Bäume mit opponirten Blättern und meist mit Nebenblättern.

Officinell: *Semen Strychni*, oder *Nuces vomicae*, Krähenaugen, die Samen von *Strychnos Nux vomica* in Ostindien, sehr giftig; früher auch *Semen Ignatii*, Ignatiusbohnen von *Ignatia amara* auf den Philippinen.

Aus dem Saft der Rinde von *Strychnos guyanensis* in Südamerika bereiten die Indianer das unter dem Namen Curare bekannte Pfeilgift.

Fam. 3. *Apocynae*. Die beiden Fruchtblätter sind meist nur mit den Griffeln unter einander verwachsen, bei der Reife frei. Same meist mit Endosperm. Kräuter oder Sträucher mit Milchsaft ohne Nebenblätter.

Nerium Oleander, Oleander, Zierbaum. — *Vinca* minor und andere Arten, Immergrün, kriechende Kräuter in Wäldern, auch als Zierpflanzen cultivirt.

Fam. 4. *Asclepiadeae*. Die beiden Fruchtblätter meist zwei einzelne monomere Fruchtknoten bildend. Griffel kurz, durch eine beiden Fruchtknoten gemeinsame Narbe verbunden. Staubfäden zu einer Röhre verwachsen, welche das Gynaeceum umgibt, mit Anhängseln von taschenförmiger (Fig. 255 *B*, *t*) und spornartiger (Fig. 255 *B*, *h*) Gestalt ausgestattet. Antheren zwei- bis vierfächerig; der Pollen jedes Faches bleibt zu einer Masse vereinigt; die Massen je zweier benachbarter Fächer (Fig. 255 *C*, *pp*) hängen zusammen und werden bei der Bestäubung durch Insecten übertragen. Samenknospen zahlreich an der Bauchnath der Carpelle hängend. Same meist mit Endosperm. Meist Holzpflanzen, häufig schlingend, mit Milchsaft, ohne Nebenblätter.

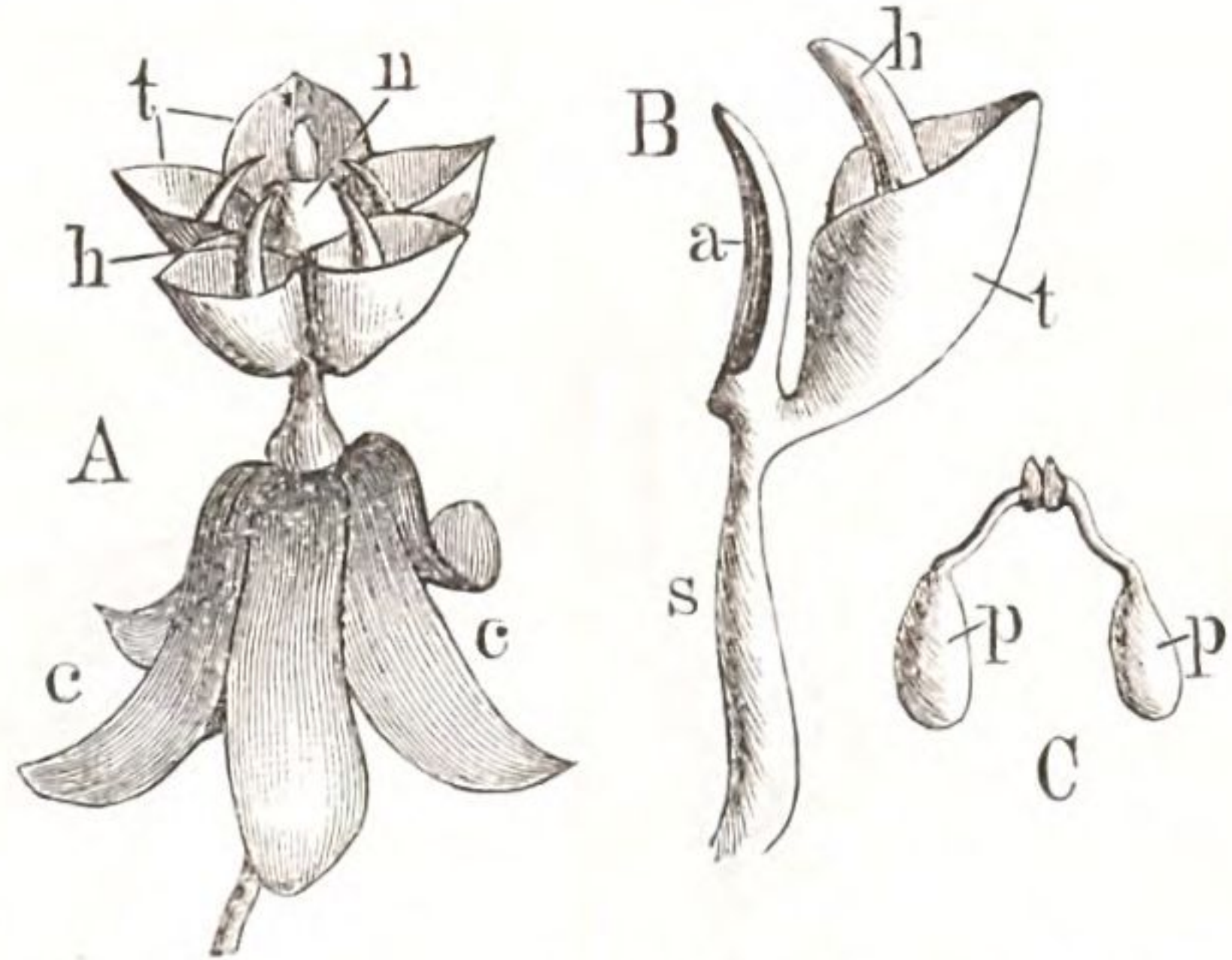


Fig. 255. *A* Blüthe von *Asclepias* (vergr.). *c* die zurückgeschlagene Krone, *n* Narbe, *h* die Sporne, *t* die Taschen der Staubfäden. *B* ein einzelner Staubfaden, *a* die Anthere, *C* die Pollenmassen *pp*.

Vincetoxium officinale, häufig in Wäldern, Gebüsch. — *Asclepias* syriaca und andere Arten in Gärten cultivirt, ebenso *Hoya* carnosa, Wachtblume. — *Stapelia* mit fleischigem cactusähnlichem Stamm.

Ordnung 32. Tubiflorae.

Blüthen actinomorph, oder wenn zygomorph, nicht median. Blütenkreise fünfgliederig. Staubfäden der Krone eingefügt. Fruchtknoten aus zwei (selten bis fünf) Carpellen verwachsen. Blätter gewöhnlich zerstreut gestellt, ohne Nebenblätter. Die oft cymöse Inflorescenz schliesst häufig mit einer Gipfelblüthe ab. $K(5)$ ($C(5)$ $A(5)$ $G(2)$ bis (5)).

Fam. 1. *Convolvulaceae*. Meist zwei mediane Fruchtblätter, bilden einen zweifächerigen Fruchtknoten mit je 1—2 anatropen Samenknospen in jedem Fach. Krone in meist rechtsgedrehter Knospenlage. Frucht eine septifrage Kapsel oder Beere. Same mit Endosperm. Meist Schlingpflanzen mit Milchsaft.

Convolvulus arvensis (mit kleinen Deckblättern), *Calystegia* sepium (mit zwei grossen den Kelch bedeckenden Deckblättern) sind gemeine Unkräuter. — *Batatas* edulis, im tropischen America cultivirt wegen der essbaren knolligen Rhizome.

Officinell: Tuber Jalapae, die Wurzelknollen von *Ipomoea* Purga in Mexico; Radix Scammonii und Scammonium Gummiharz von *Convolvulus* Scammonium im Orient.

Fam. 2. *Cuscutaeae*. Chlorophyllfreie Schmarotzer mit fadenförmigem Stengel, der mittels Saugwurzeln sich an den Stengeln anderer Pflanzen befestigt und diesen die Nahrung entzieht; die kleinen Blüthen stehen in Knäueln (Fig. 256 *b*). Frucht eine queraufspringende Kapsel.

Cuscuta europaea, auf Nesseln, Hopfen u. dgl. an Zäunen sehr verbreitet; *C. Epilinum* Flachsseide auf dem Flachs, *C. Epithymum* auf verschiedenen niederen Pflanzen, auch auf dem Klee, den sie oft völlig verwüftet.

Fam. 3. *Polemoniaceae*. Fruchtknoten trimer, dreifächerig mit einer geraden oder mehreren schiefen Samenknospen. Kapsel loculicid. Meist Kräuter ohne Milchsaft.

Polemonium coeruleum, Arten von *Phlox* verbreitete Zierpflanzen.

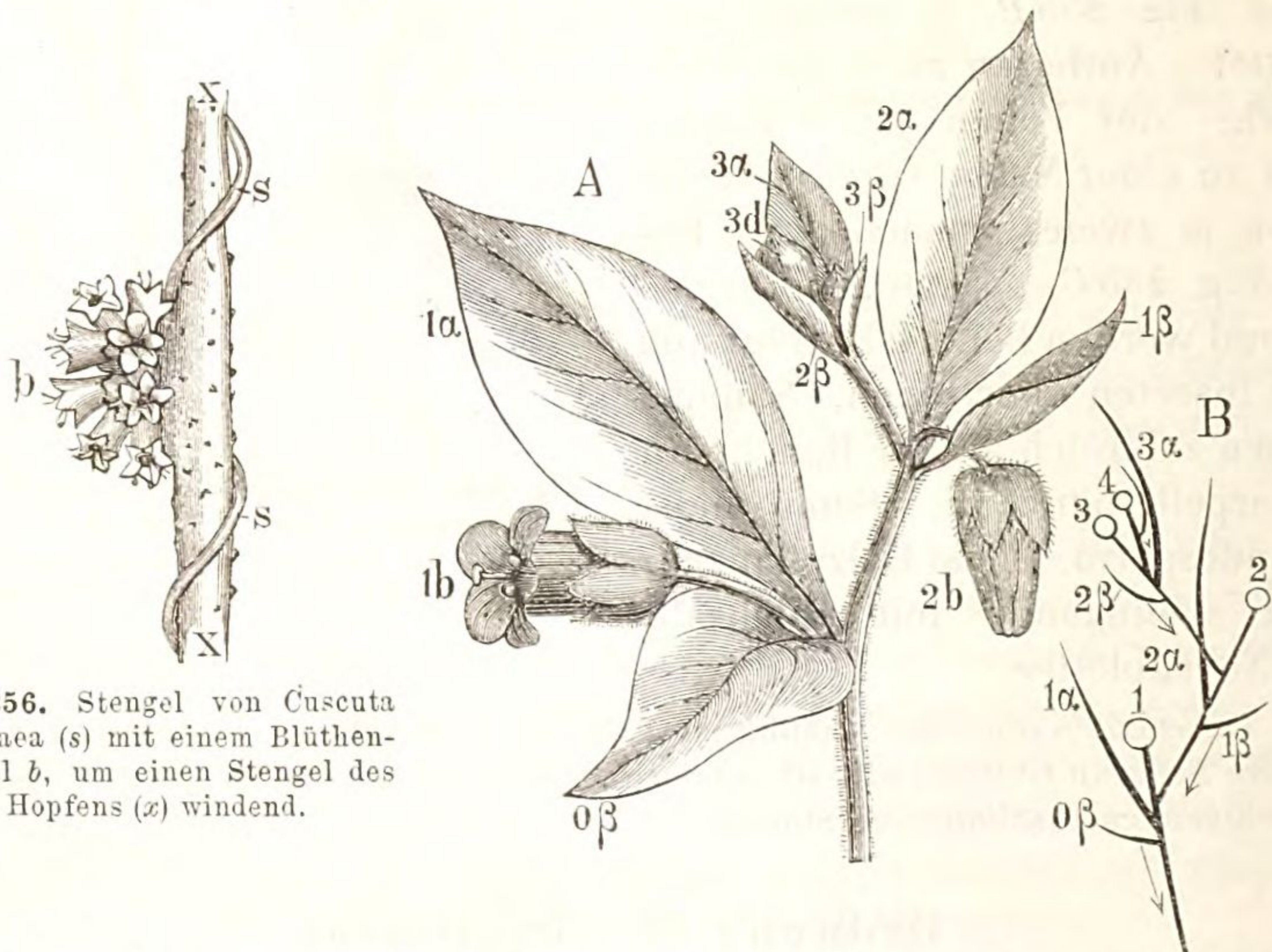


Fig. 256. Stengel von *Cuscuta europaea* (s) mit einem Blüthenknäuel b, um einen Stengel des Hopfens (x) windend.

Fig. 257. A Oberer Theil eines blühenden Stengels von *Atropa Belladonna*; B Schema des cymösen Aufbaues des gleichen Stengels, 1, 2, 3 die Blüthen, α und β deren Vorblätter; aus der Achsel von β kommt jedesmal die neue Blüthenaxe, an welcher aber das Tragblatt β selbst hinauf verschoben ist.

Fam. 4. *Solanaceae*. Fruchtknoten aus zwei schief gestellten Fruchtblättern bestehend, zweifächerig, mit zahlreichen Samenknospen an der Scheidewand; letztere setzt sich bisweilen von der Mitte aus noch in das Fach hinein fort, so dass der Fruchtknoten scheinbar vierfächerig wird (*Datura*). Samenknospen campylotrop. Frucht eine Kapsel mit verschiedener Dehiscenz oder eine Beere. Same mit Endosperm. Kräuter, bisweilen etwas holzig, ohne Milchsaft. Der Aufbau des blüthentragenden Stengels ist cymös und wird noch complicirter durch Verschiebungen der Tragblätter. So sieht man z. B. in Fig. 257 B das Schema des Aufbaues von *Atropa*; der Stengel, der mit der Blüthe 1 abschliesst, trägt ein Vorblatt 1α und einen Seitenspross, der mit der Blüthe 2 abschliesst; derselbe entspringt aus der Achsel eines Vorblattes 1β, das aber nicht an der Basis seines Achselsprosses steht (wie der Pfeil andeutet), sondern an diesem selbst hinauf verschoben ist bis dicht unter dessen Blatt 2α; diese Verschiebungen wiederholen sich stets in dem ganzen cymösen Verzweigungssystem, so dass hier bei *Atropa* immer unter einer Blüthe zwei Blätter stehen, ein grösseres (Fig. 257 1α, 2α u. s. f.), das Vorblatt der betreffen-

den Blüthe, und ein kleineres (Fig. 257 A 0β, 1β, 2β u. s. f.), das Tragblatt des Blüthensprosses selbst. Bei anderen Solaneen finden sich ähnliche Verhältnisse. Die meisten Repräsentanten sind narkotisch-giftig.

Unterfamilie 1. Solaneae. Frucht eine Beere. *Solanum* mit zusammenneigenden Antheren; *S. Dulcamara* mit blauer Krone, *S. nigrum* mit weisser Krone, Nachtschatten, häufig; *S. tuberosum* Kartoffel, aus Südamerika, die fleischigen stärke-reichen unterirdischen Seitensprosse, Knollen, Nahrungsmittel, die oberirdischen Theile giftig. — *Physalis* Alkekengi, Judenkirsche mit blasig aufgetriebenem, rothem Kelch, der die Beere umgibt. — *Lycopersicum* esculentum, Liebesapfel, die Frucht wird gegessen. — *Capsicum* longum und annuum, aus Südamerika, die Beeren sind der sog. span. Pfeffer. — *Atropa* Belladonna, Tollkirsche, mit nicht zusammenneigenden Antheren, glockenförmiger Krone, schwarzer, sehr giftiger Beere. — *Lycium* barbarum, Strauch aus Südeuropa, bisweilen verwildert.

Unterfamilie 2. Nicotianeae. Frucht eine zweiklappige loculicide Kapsel.

Nicotiana Tabacum, Tabakspflanze aus America (s. Fig. 138 B, S. 158). — *Petunia* Zierpflanze.

Unterfamilie 3. Datureae. Kapsel durch Umschlagen der Schweidewand halbvierfächerig, vierklappig.

Datura Stramonium, Stechapfel.

Unterfamilie 4. Hyoscyameae. Kapsel durch Abwerfen eines Deckels sich öffnend.

Hyoscyamus niger Bilsenkraut.

Officinell; Stipites Dulcamarae, die Stengel von *Solanum Dulcamara*; Folia und Radix Belladonnae von *Atropa Belladonna*; Fructus Capsici von *Capsicum annuum* und longum (Südamerika); Folia und Semen Stramonii von *Datura Stramonium*; Folia und Semen Hyoscyami von *Hyoscyamus niger*; Folia Nicotianae von *Nicotiana Tabacum* (America).

Fam. 5. Asperifoliae (Boragineae). Fruchtknoten von zwei medianen Carpellen gebildet, aber scheinbar vierfächerig, indem er durch Einschnürung von der Mitte der Carpelle her (Fig. 258 C, r) in vier »Klausen« getheilt wird, der Griffel steht, meist scheinbar als Verlängerung der Axe, auf der oben einwärts gebogenen Spitze der Carpelle, umgeben von den vier Klausen (Fig. 258 B). Jede Klause enthält eine hängende anatrophe Samenknope. Bei der Reife trennen sich diese vier Klausen als vier einsamige Nüsschen völlig von einander. Same ohne Endosperm. Die Krone trägt häufig an der Grenze von Röhre und Saum fünf den Zipfeln superponirte Anhängsel, die Schlundschuppen (Fig. 258 A b). Inflorescenz cymös, wickelig, oft sehr complicirt. Kräuter oder Sträucher mit meist rauher Behaarung, nur selten (z. B. *Cerinthe*, *Myosotis palustris*) ganz oder fast kahl.

Unterfamilie 1. Ehretioideae. Griffel auf der Spitze des Fruchtknotens.

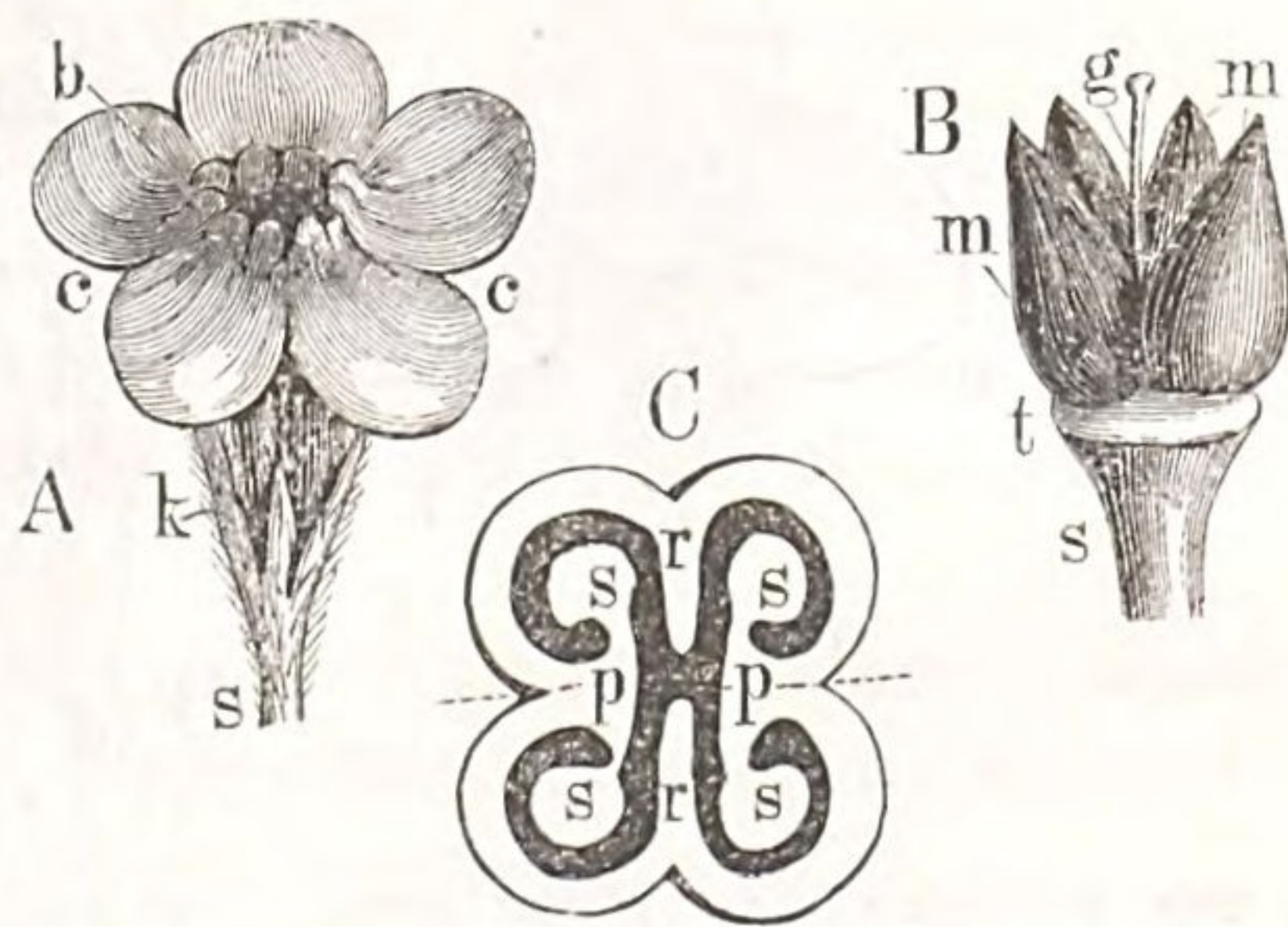


Fig. 258. A Blüthe von *Anchusa* (wenig vergr.). k Kelch, c Krone, b deren Schlundschuppen. B Frucht von *Myosotis* (vergr.). t der Blütenboden, mm die vier Nüsschen, g der Griffel. C Schema des vierfächerigen Fruchtknotens im Querschnitt, r die Rückenlinie der beiden Carpelle, pp deren zu Placenten verwachsene Ränder, s die Samenknospen.

Heliotropium peruvianum, Zierpflanze mit vanilleartig riechenden Blüten.

Unterfamilie 2. Boraginoidae. Griffel zwischen den vier Klausen.

Myosotis, Vergissmeinnicht, *M. palustris* an feuchten Orten, *silvatica* in Wäldern, *stricta* u. a. auf Aeckern. — *Lithospermum arvense*, officinale, *Echium vulgare*, *Lycopsis arvensis*, *Cynoglossum officinale* sind häufige Unkräuter. Die Blätter von *Borago officinalis*, Boretsch werden als Gemüse gegessen.

Officinell: Radix Alkannae von *Alkanna tinctoria* im Orient.

Ordnung 33. Labiatiflorae.

Blüten pentamer, zygomorph mit medianer Symmetrie; die Krone meist zweilippig, indem die zwei hinteren Blätter zu der oft helmartig übergebogenen Oberlippe verwachsen, das vordere nebst den zwei seitlichen die Unterlippe bildet. Der hintere Staubfaden schlägt häufig fehl oder ist nur als Staminodium vorhanden; die beiden seitlichen sind meist kürzer als die beiden vorderen, daher die Blüte didynamisch; doch können auch die beiden seitlichen (s. Fig. 260 C) oder die beiden vorderen (Fig. 260 B) abortiren. Auch im Perigon findet sich zuweilen Unterdrückung des hinteren Kelchblattes, meist mit Verschmelzung der beiden hinteren Kronenblätter zu einer ungetheilten Oberlippe (Fig. 260 B). Zwei mediane Carpelle bilden einen meist zweifächerigen Fruchtknoten, der in vier Klausen getheilt sein kann. — Blätter zerstreut oder decussirt, ohne Nebenblätter; Laubsprosse ohne terminale Blüten. Allgemeine Formel:

↓ $K(5) (C(5) A5) G(2)$.

Fam. 4. Scrophularineae. Fruchtknoten zweifächerig mit zahlreichen anatropen Samenknospen an der Scheidewand. Same mit Endo-

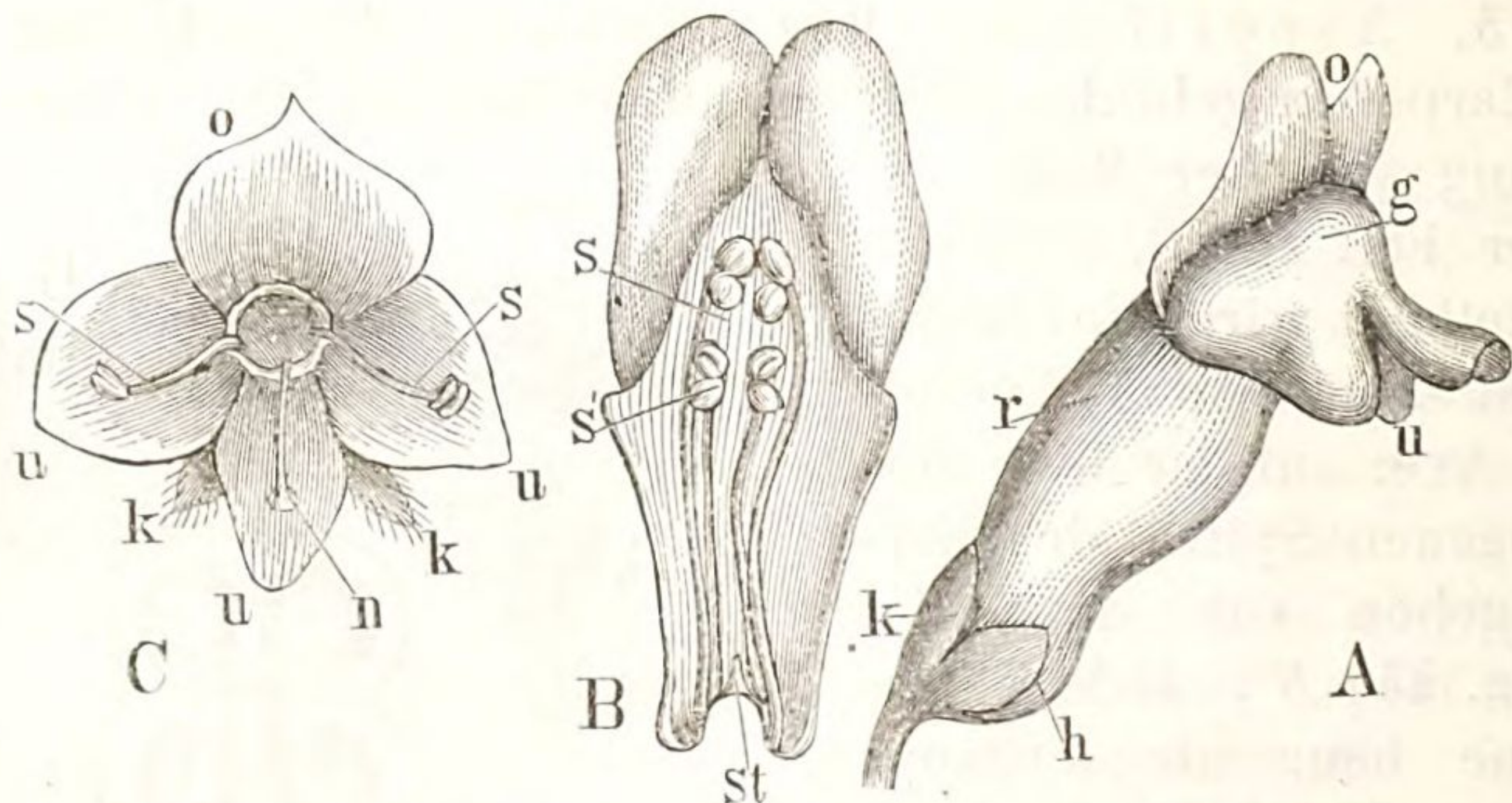


Fig. 259. Blüten von Scrophularineen; A von *Antirrhinum*; k Kelch, r Röhre der Krone mit dem sackartigen Anhang h, o Ober-, u Unterlippe der Krone, g der Gaumen, d. h. Auftreibung der Unterlippe. B die Oberlippe derselben Blüte von innen betrachtet, mit dem Androeceum, s die beiden längeren vorderen, s' die beiden kürzeren seitlichen Staubfäden. st das Rudiment des hinteren Staubfadens. C Blüte von *Veronica*, k Kelch, u u u die drei Zipfel der Unterlippe, o die einzipfelige Oberlippe, ss die beiden seitlichen Staubfäden, n die Narbe.

sperm. Staubfäden vier, didynam oft mit einem Rudiment des hinteren (Fig. 259 B, st), oder nur die beiden seitlichen, selten (*Verbascum*) alle fünf fruchtbar.

Unterfamilie 4. Antirrhineae. Krone mit meist absteigender Deckung. Keine Parasiten.

Verbascum, Wollblume, Königskerze mit wenig zygomorpher Blüte, fünf un-

gleichlangen Staubfäden; *V. Lychnitis*, *nigrum*, *thapsiforme* u. a. an wüsten Plätzen. — *Antirrhinum* Löwenmaul, mit aufgetriebener Unterlippe (Gaumen) und sackartigem Anhang der Krone, 4 Staubfäden (Fig. 259 A und B); *A. maius* Zierpflanze. — *Linaria* mit gespornter Krone, 4 Staubfäden, *L. vulgaris* u. a. auf Aeckern. — *Digitalis*, Fingerhut mit schiefglockiger Krone, 4 Staubfäden; *D. purpurea*, *grandiflora* in Wäldern hie und da. — *Scrophularia* mit fast kugeliger Krone, *S. aquatica*, *nodosa*. — *Veronica* mit nur 2 seitlichen Staubfäden, die beiden Zipfel der Oberlippe zu einem verschmolzen, der hintere Kelchzipfel ganz unterdrückt (Fig. 259 C, 260 B). *V. Anagallis* und *V. Beccabunga* in Wassergräben, *V. arvensis*, *triphyllos*, *hederaefolia* u. a. auf Aeckern. — Bei *Gratiola* Gnadenkraut, sind die beiden vorderen Staminodien noch als Staminodien vorhanden. — *Paulownia imperialis* aus Japan, Zierbaum mit sehr grossen Blättern. — *Mimulus*, *Calceolaria*, *Pentastemon* Zierpflanzen.

Unterfamilie 2. *Rhinanthaceae*. Krone mit meist aufsteigender Deckung. Parasiten. *Pedicularis* mit fünfzähniem Kelch, helmförmiger Oberlippe, *Euphrasia* Augentrost, mit vierzähniem Kelch, *Rhinanthus* mit vierzähniem aufgeblasenem Kelch, *Melampyrum*, Wachtelweizen mit vierzähniem, röhrigem Kelch, wenigsamigen Fruchtfächern sind sämtlich zwar chlorophyllhaltig, schmarotzen aber auf den Wurzeln anderer Pflanzen. — *Lathraea Squamaria*, Schuppenwurz, chlorophyllfrei, röthlich, schmarotzt auf der Wurzel von Bäumen.

Officinell: Flores Verbasci, die Blüten von *Verbascum thapsiforme*, Schraderi und phlomoides; Herba Linariae von *Linaria vulgaris*; Folia Digitalis von *Digitalis purpurea*; Herba Gratiolae von *Gratiola officinalis*.

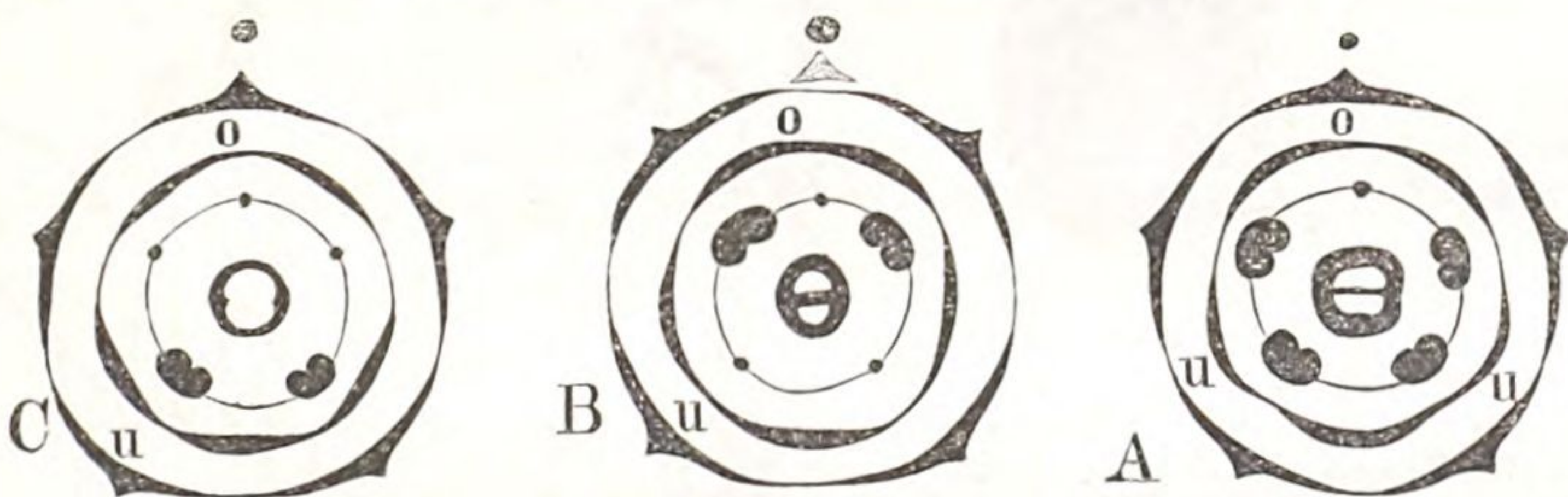


Fig. 260. Diagramme A der meisten Scrophularineen, B von Veronica, C der Lentibularieen; o Ober- u Unterlippe.

Fam. 2. *Bignoniaceae*. Staubfäden meist vier, didynam. Same meist geflügelt, ohne Endosperm. Holzpflanzen, einige schlingend.

Catalpa bignonioides aus Nordamerika, Zierbaum. — Von *Jacaranda obtusifolia* in Südamerika stammt das Palisanderholz.

Fam. 3. *Acanthaceae*. Staubfäden vier, didynam. Samenknochen wenig, auf weit vorspringender Placenta. Same ohne Endosperm. Kräuter.

Acanthus mollis und andere Arten in Südeuropa, Zierpflanze.

Fam. 4. *Gesneraceae*. Staubfäden meist vier, didynam oder nur zwei. Fruchtknoten einfächerig, mit zahlreichen wandständigen Samenknochen. Meist Kräuter mit opponirten Blättern.

Columnnea Schiedeana, *Achimenes*, *Ligeria* u. a. aus dem tropischen America, Zierpflanzen.

Fam. 5. *Orobanchaceae*. Chlorophyllfreie Wurzel-Schmarotzer ohne Laubblätter, sonst mit vorigen übereinstimmend.

Orobanche rubens, *cruenta* auf Leguminosen, *lucorum* auf Berberis, *Hederae* auf Epheu, *ramosa* auf Hanf, von meist brauner oder weisslicher Farbe.

Fam. 6. *Lentibularieae*. Nur die zwei vorderen Staubfäden ent-

wickelt (Fig. 260 C). Die Samenknochen zahlreich auf einer frei in der Fruchtknotenhöhle sich erhebenden Placenta. Same ohne Endosperm.

Utricularia in mehreren Arten, schwimmende Wasserpflanzen mit feingetheilten Blättern und blasenförmigen Anhängeln, welche zum Fange kleiner Wasserthierchen eingerichtet sind (Fig. 261). — *Pinguicula vulgaris* und *alpina*, kleine Pflänzchen mit grundständigen Blattrosetten, an feuchten Orten.

Fam. 7. Labiatae. Staubfäden vier, didynam (Fig. 262 B) seltener (*Salvia* und verwandte) nur die beiden vorderen entwickelt. Fruchtknoten ebenso wie bei den Boragineen in vier Klausen getheilt, welche bei der Reife als vier Nüsschen abfallen (Fig. 262 C); nur sind hier die in jeder Klausen einzeln stehenden Samenknochen aufrecht. Same ohne Endosperm. Kräuter mit decussirten Blättern und vierkantigem Stengel; die Blüten stehen scheinbar in Quirlen um den Stengel; es sind aber zusammengezogene cymöse Inflorescenzen, meist Dichasien, welche in der Achsel je eines der zwei opponirten Blätter stehen.

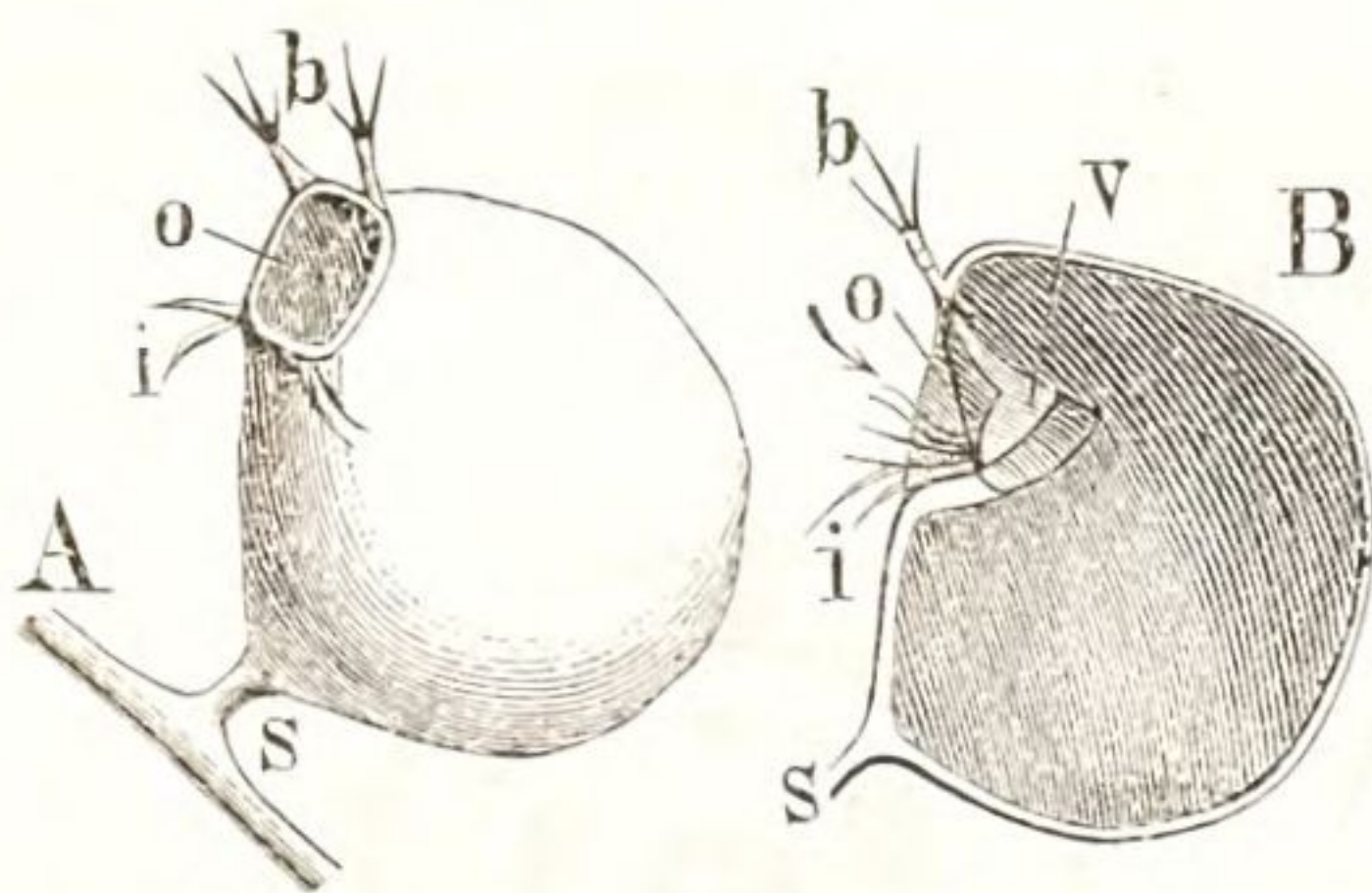


Fig. 261. Blase von *Utricularia*, A von aussen, s deren Stiel, o der Eingang, i und b borstförmige Anhängel; B der Länge nach durchschnitten, v eine Klappe, die sich nach innen öffnen lässt, aber den gefangenen Thieren den Ausgang wehrt (vergr.).

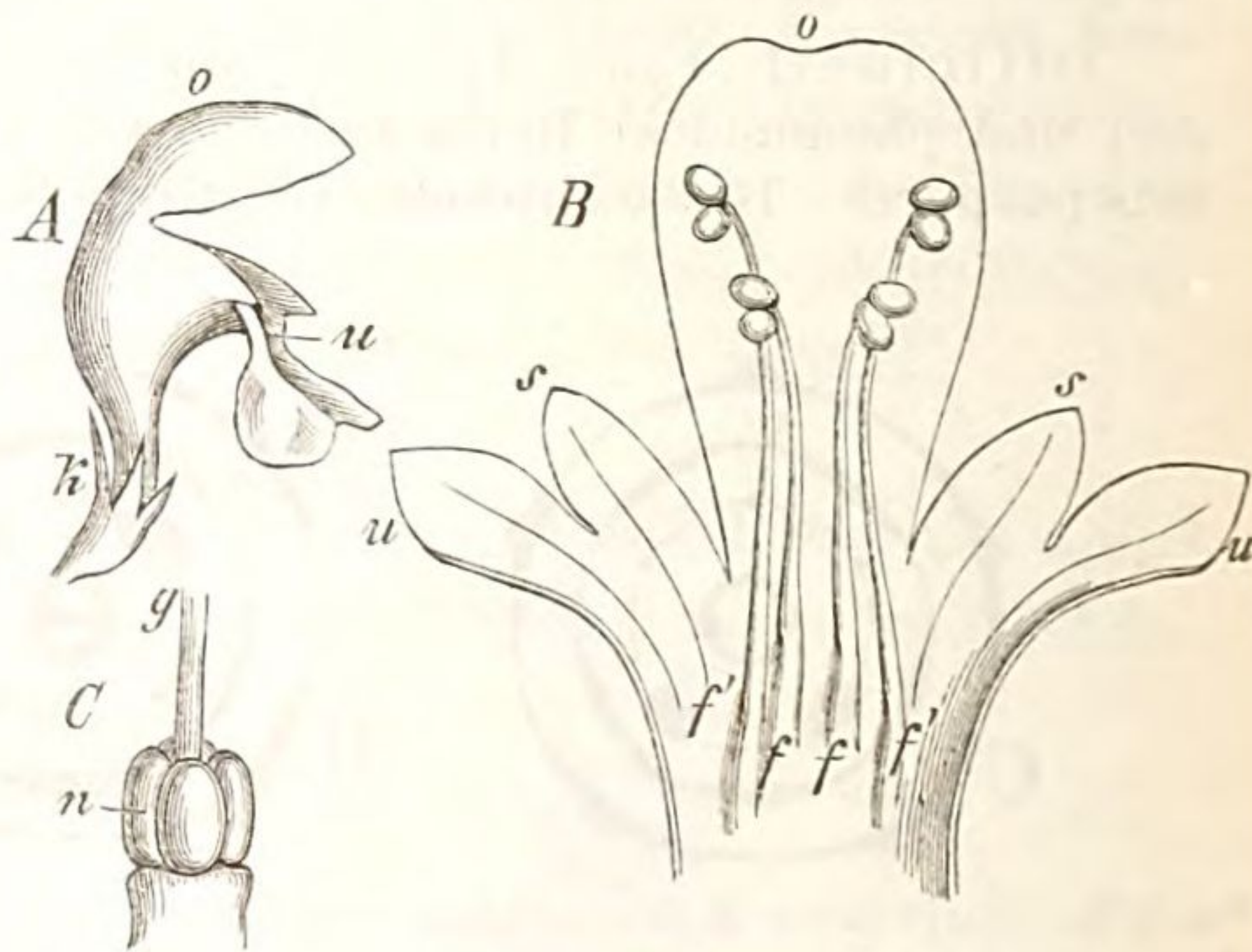


Fig. 262. A Blüte von *Lamium* von der Seite. k Kelch, o Ober-, u Unterlippe. B Blüte von *Leonurus* vorne geöffnet. o Ober-, u halbirt Unterlippe, s seitliche Kronenzipfel, ff kurze, f'f' lange Staubfäden (vergr.). C Fruchtknoten, n Nüsschen, g Griffel (vergr.).

Unterfam. 1. Ocymoidae. Die Staubfäden abwärts geneigt.

Ocimum Basilicum aus Ostindien, Küchengewürz. — *Lavandula*, Lavendel in Südeuropa.

Unterfam. 2. Menthoidae. Die Staubfäden aufrecht, entfernt. Krone fast gleichmässig vier- oder fünfzählig.

Mentha Minze in zahlreichen Arten. — *Pogostemon Patschouli* in Ostindien liefert das Patschoulikraut.

Unterfam. 3. Monardeae. Nur zwei Staubfäden unter der Oberlippe gleichlaufend.

Salvia Salbei, *S. pratensis* u. a. einheimisch. — *Rosmarinus officinalis* in Südeuropa.

Unterfam. 4. Satureineae. Vier Staubfäden mit breitem Connectiv, entfernt.

Origanum vulgare, *O. Majorana* Majoran, Küchengewürz. — *Thymus* Thymian. — *Satureja hortensis* Bohnenkraut. — *Clinopodium vulgare* häufig.

Unterfam. 5. Melissineae. Vier Staubfäden mit schmalem Connectiv, entfernt.

Melissa, *Hyssopus*.

Unterfam. 6. Nepeteae. Staubfäden unter der Oberlippe gleichlaufend, die hinteren länger.

Nepeta; *Glechoma hederacea* überall häufiges Unkraut.

Unterfam. 7. *Stachydeae*. Staubfäden unter der Oberlippe gleichlaufend, die vorderen länger.

Lamium album, *purpureum* u. a. Taubenessel; *Galeopsis*, *Stachys*, *Betonica*, *Bal-lota* häufig.

Unterfam. 8. *Scutellarieae*. Staubfäden unter der Oberlippe gleichlaufend; Kelch zur Zeit der Fruchtreife geschlossen.

Scutellaria, *Brunella vulgaris* häufig.

Unterfam. 9. *Aiugoideae*. Oberlippe sehr kurz, fast fehlend.

Aiuga reptans, *genevensis*, häufig, *Teucrium*.

Officinell: Flores Lavandulae, die Blüten von *Lavandula vera* (Südeuropa); Folia Melissae von *Melissa officinalis* (Südeuropa); Folia Menthae piperitae von *Mentha piperita* Pfefferminze (Südeuropa); Folia Menthae crispae von den krausblättrigen Varietäten verschiedener *Mentha*-Arten; Folia Rosmarini von *Rosmarinus officinalis* (Südeuropa); Folia Salviae von *Salvia officinalis* (Südeuropa); Herba Galeopsidis von *Galeopsis ochroleuca*; Herba Majoranae von *Origanum Majorana* (Südeuropa); Herba Serpylli von *Thymus Serpyllum*; Herba Thymi von *Thymus vulgaris* (Südeuropa).

Fam. 8. *Verbenaceae*. Staubfäden vier, didynam oder zwei. Fruchtknoten ein- oder zweifächerig mit je zwei Samenknospen oder durch falsche Scheidewände zwei- bis vierfächerig mit je einer Samenknospe. Die Frucht zerfällt in zwei bis vier Theilfrüchte. Griffel auf dem Fruchtknoten. Blätter meist opponirt.

Verbena officinalis, Eisenkraut, häufig an Wegen u. dgl. V. *Aubletia*, verbreitete Zierpflanze. — *Tectona grandis* Teakbaum in Ostindien liefert Schiffbauholz.

Fam. 9. *Globularieae*. Staubfäden vier; Fruchtknoten einfächerig mit einer hängenden Samenknospe, seitlichem Griffel. Same mit Endosperm. Blätter in zerstreuter Stellung. Blüten in Köpfchen.

Globularia vulgaris, *cordifolia* mit grundständigen Blättern, an trockenen Orten hie und da.

Fam. 10. *Plantagineae*. Die Blüten sind actinomorph und scheinbar vierzählig, erklären sich aber leicht im Anschluss an *Veronica*. Das hintere Kelchblatt ist hier ebenso wie dort unterdrückt, ebenso der hintere Staubfaden; die zwei Kronenblätter der Oberlippe sind zu einem verschmolzen, das aber hier den drei Zipfeln der Unterlippe völlig gleich ist; die beiden vordern Staubfäden sind hier nicht unterdrückt. Fruchtknoten ein- bis vierfächerig; Samenknospen an der Innenwand der Fächer oder am Grunde des Fruchtknotens. Frucht eine quer aufspringende Kapsel oder Nüsschen. Same mit Endosperm.

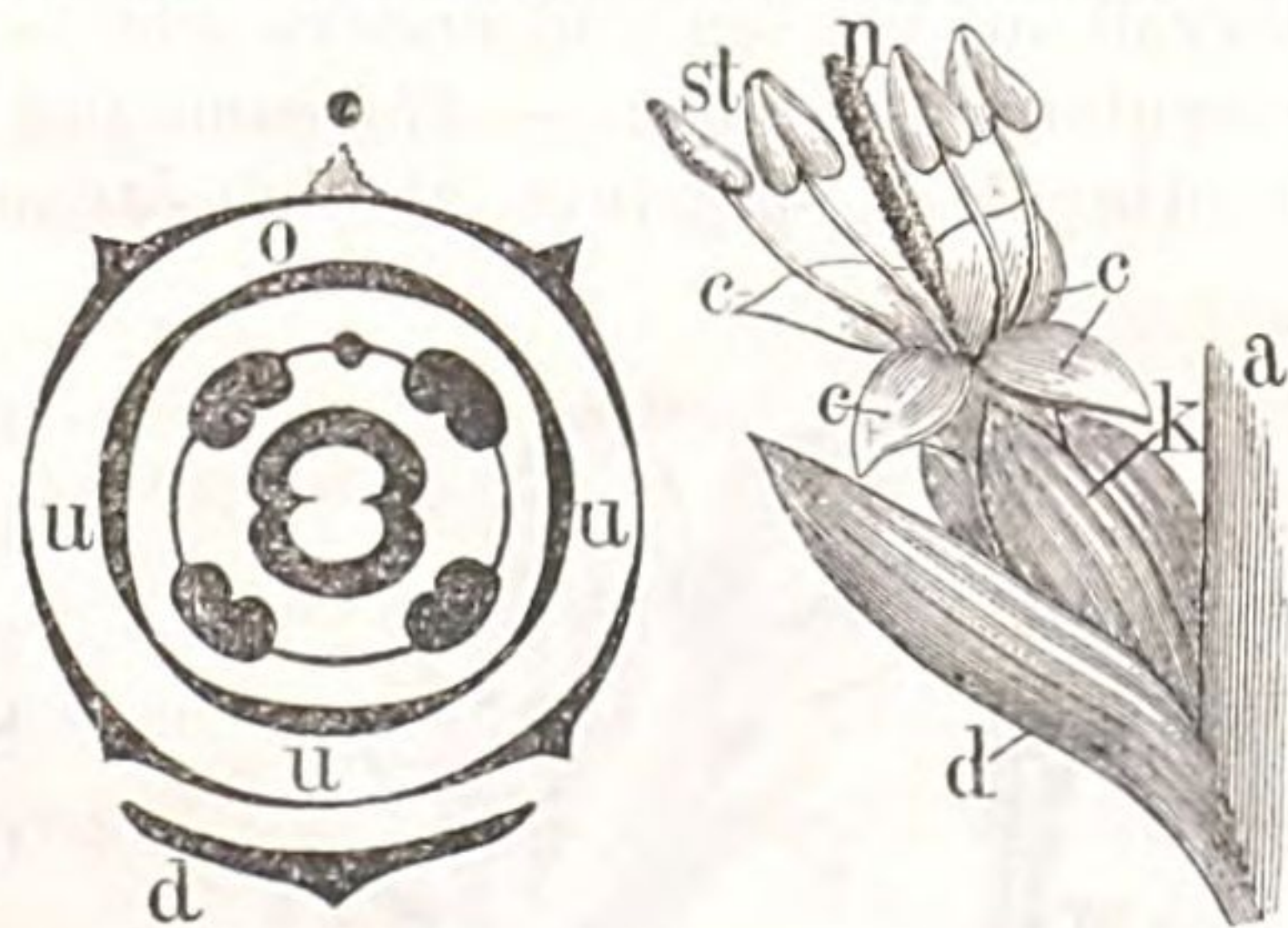


Fig. 263. Blüte von *Plantago*; a Achrenspindel, d Deckblatt der Blüte, k Kelch, c Krone, st Staubfäden, n Narbe (vergr.). Im Diagramm bedeutet o die Ober-, u die Unterlippe.

Plantago lanceolata, *maior*, *media*, Wegerich, überall häufige Unkräuter; die Blätter bilden hier eine grundständige Rosette; aus ihren Achseln erheben sich die langen Schäfte, mit ährigem einfachem Blütenstand (Fig. 263, a, d). Bei *P. Cynops*,

Psyllium u. a. ist der beblätterte Stengel gestreckt; die Samenschale schleimig. — *Litorea lacustris*; monoecisch, am Grunde von Gewässern, selten. —

2. Epigynae.

Fruchtknoten unterständig.

Ordnung 34. Campanulinæ.

Blüthen actinomorph oder zygomorph, pentamer; Kelchzipfel blattartig, schmal, Staubfäden meist ohne Zusammenhang mit der Krone, aber häufig unter sich verwachsen. Fruchtknoten aus zwei bis fünf Carpellern bestehend unterständig. $K\bar{5} C(5) A(5) G\bar{(2)} \text{ bis } \bar{(5)}$.

Fam. 1. Campanulaceae. Blüthen zwittrig, meist actinomorph. Staubfäden fünf, häufig an der Basis miteinander verwachsen. Frucht-

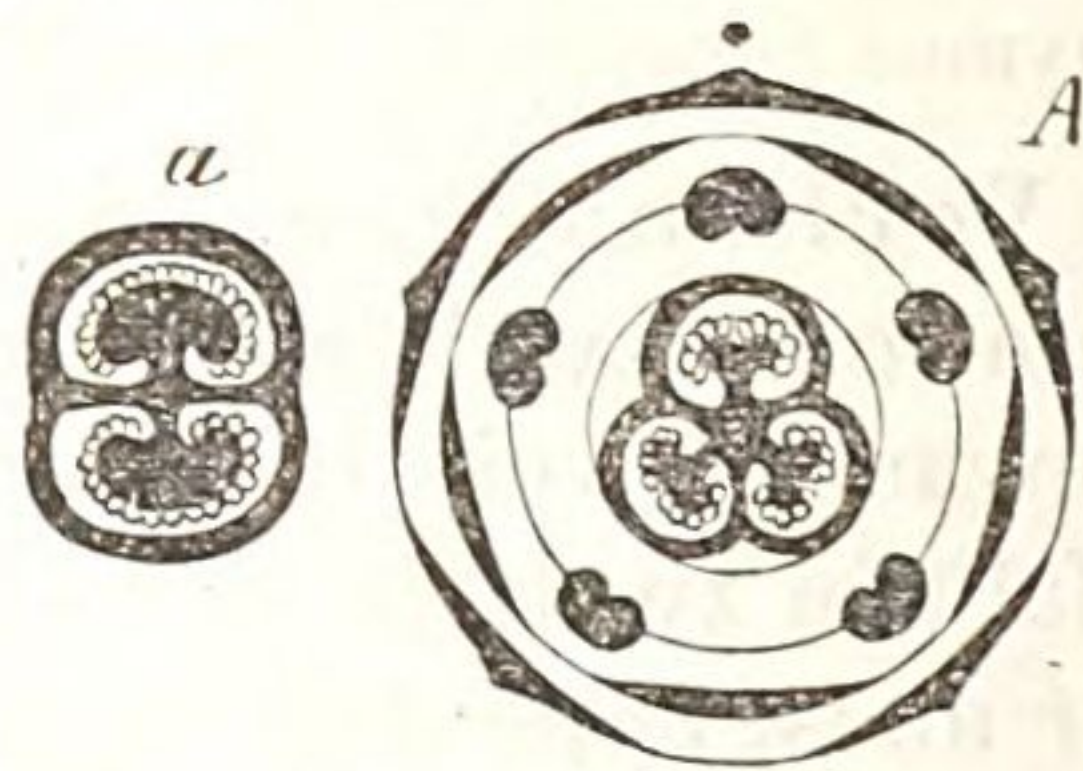
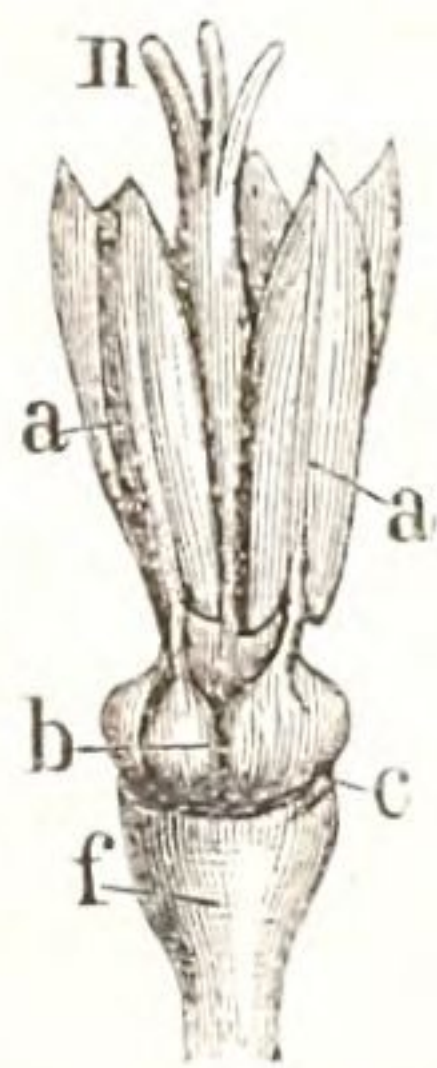


Fig. 265. A Diagramm der Blüthe von Campanula, a Gynaeceum von Lobelia.

Fig. 264. Androeceum und Gynaeceum von Campanula; f der unterständige Fruchtknoten, c Insertion der Krone, a Antheren, b verbreiterte Basis der Staubfäden, n Narben (vergr.).

knoten meist dreifächerig mit zahlreichen Samenknospen im innern Winkel der Fächer. Frucht eine Kapsel. Same mit Endosperm. Meist Kräuter mit Milchsaft.

Campanula, Glockenblume, *patula*, *rotundifolia*, *rapunculoides* und andere Arten überall auf Wiesen und anderwärts. — *Specularia* mit radförmiger Blumenkrone. *S. Speculum* in Feldern. — *Phyteuma* mit tief fünftheiliger Krone, Blüthen in Köpfchen; *P. orbiculare*, *spicatum*; ähnlich *Jasione*.

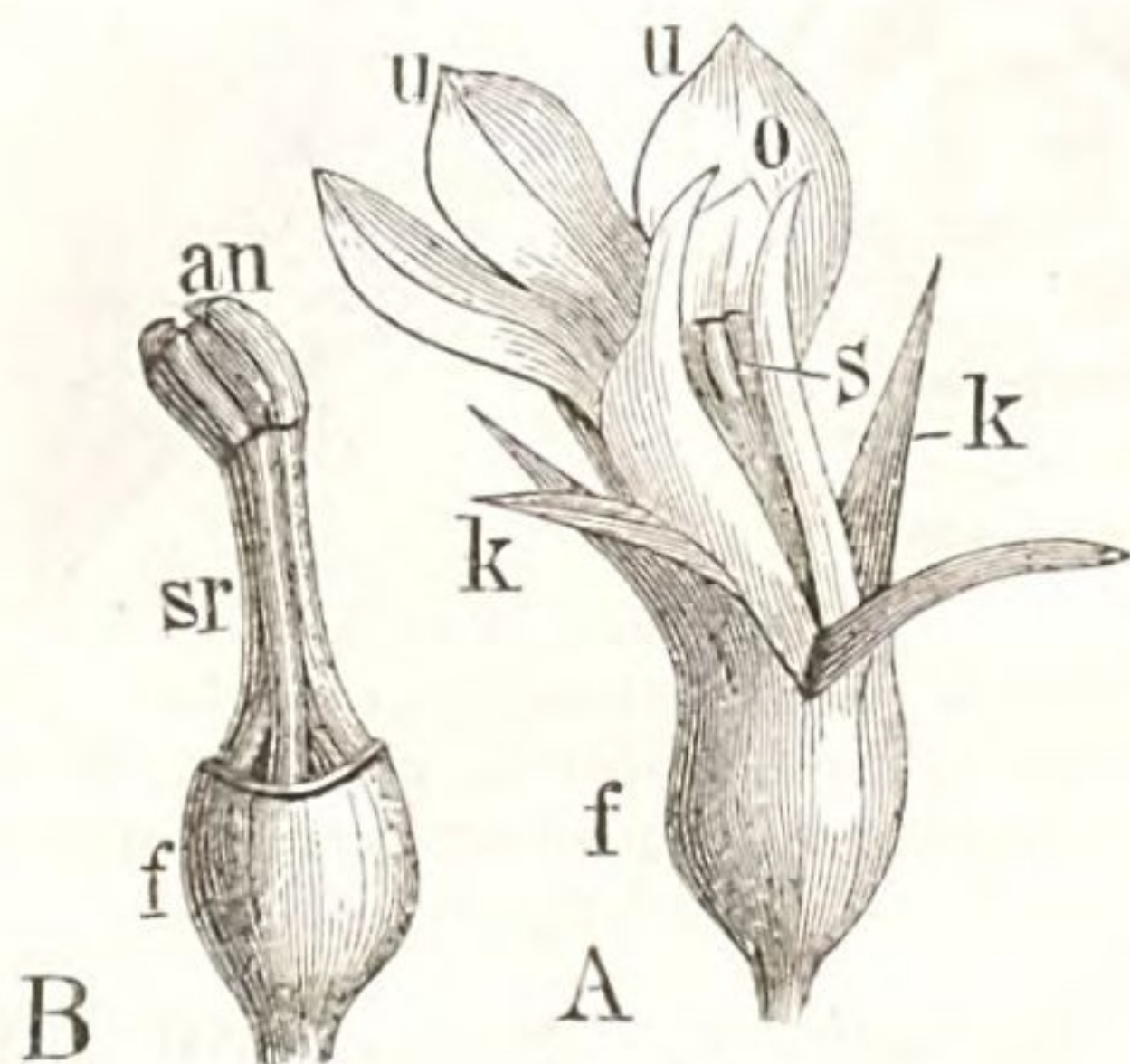


Fig. 266. A Blüthe von Lobelia; f Fruchtknoten, k Kelch, o Ober-, u Unterlippe der Krone, s Staubfäden. B Androeceum und Gynaeceum derselben, sr Röhre der Staubfäden, an Antheren (vergr.).

Fam. 2. Lobeliaceae. Blüthen zwittrig, zygomorph (Fig. 266); die Krone meist zu einer auf einer Seite geschlitzten Röhre verwachsen und der Saum in zwei Lippen getheilt, eine aus drei Zipfeln bestehende Unter- (Fig. 266 A, u) und eine aus zwei kleineren Zipfeln (Fig. 266 A, o) bestehende Oberlippe. Der Anlage nach sollte aber die Bezeichnung umgekehrt sein, da die Blüthe erst späterhin durch eine Drehung des Stieles umgewendet wird, so dass die ursprünglich hinteren Theile nach vorne, unten zu stehen kommen. Staubfäden

oberwärts zu einer Röhre verwachsen (Fig. 266 *B*, *sr*), die Antheren nach der Zygomorphie der Blüte ungleich. Fruchtknoten ein-, zwei- oder dreifächerig mit zahlreichen anatropen Samenknochen. Frucht eine Kapsel oder Beere. Same mit Endosperm. Kräuter oder Sträucher, gewöhnlich mit Milchsaft.

Officinell: Herba Lobeliae von *Lobelia inflata* in Nordamerika.

Fam. 3. Cucurbitaceae. Blüten diklinisch oder polygam, actinomorph. Krone fünfgliedrig. Staubfäden fünf, durch Verwachsung nur drei (Fig. 267 Diagramm) oder einer, kurz, mit grossen gekrümmten Antheren. Fruchtknoten unterständig, ein- bis mehrfächerig mit einer oder meist zahlreichen Samenknochen. Frucht eine Beere, oft sehr gross mit verhältnissmässig starkem Epicarp. Same ohne Endosperm. Kräuter mit zerstreut gestellten Blättern, häufig rankend, die Ranken neben den Blättern.

Cucurbita Pepo Kürbis, *Cucumis* mit freien Staubfäden, *C. sativus* Gurke, *C. Melo* Melone, *Citrullus vulgaris* Wassermelone. — *Bryonia* alba und dioica, Zaunrübe (mit kleiner weisser Krone, zweisamigen Fruchtfächern) hie und da in Gebüsch, Hecken.

Officinell: Fructus Colocynthis, Coloquinte, von *Citrullus Colocynthis*, im Orient.

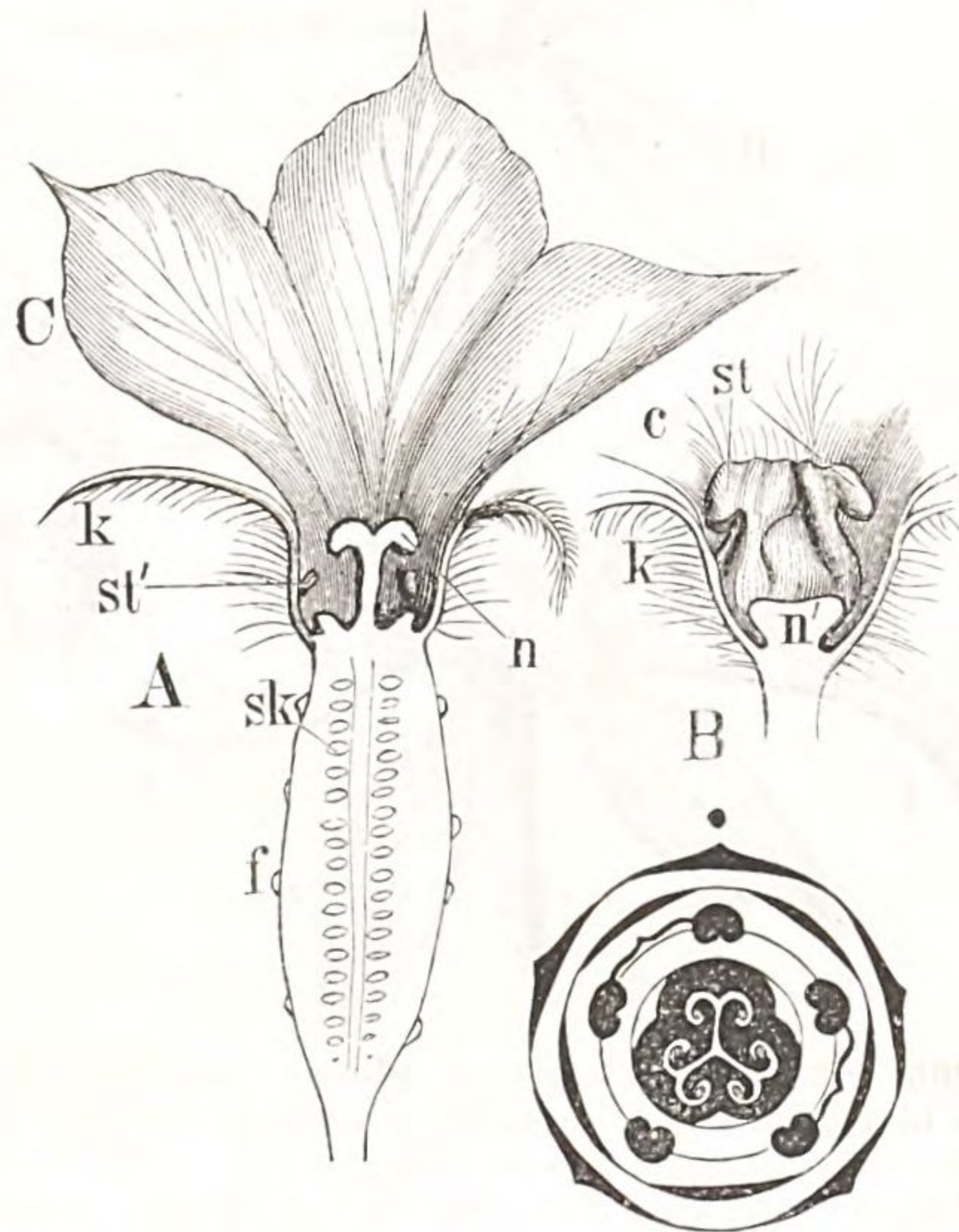


Fig. 267. *A* Längsschnitt der weiblichen Blüte von *Cucumis*. *f* Fruchtknoten, *sk* Samenknochen, *k* Kelch, *C* Krone, *n* Narbe, *st'* rudimentäre Staubfäden. *B* Längsschnitt der männlichen Blüte; *st* Staubfäden, *n'* rudimentärer Fruchtknoten; die Krone *c* nicht ausgezeichnet (etwas vergr.). — Diagramm der Blüte von *Cucurbita*.

Ordnung 35. Aggregatae.

Blüten actinomorph oder zygomorph, vier- oder fünfzählig; der Kelch klein, häufig ganz unterdrückt. Staubfäden meist der Kronenröhre angewachsen. Fruchtknoten unterständig, aus 2—5 Carpellern bestehend. Die Blüten häufig in Köpfchen zusammengestellt. Kn oder $0\ C(n)\ An\ G(\overline{2})$ bis $(\overline{n})$, wobei $n = 4$ oder 5 .

Fam. 4. Rubiaceae. Blüten actinomorph, meist vier- oder fünfzählig. Kelch blattartig oder unterdrückt. Krone mit klappiger Knospelage. Fruchtknoten ein- oder zweifächerig, aus zwei Carpellern bestehend, mit einer oder mehreren Samenknochen. Same meist mit Endosperm. Blätter decussirt mit Nebenblättern, welche häufig (bei allen bei uns einheimischen Gattungen) getheilt und den eigentlichen Blattspreiten gleich

ausgebildet sind (Fig. 268 A, *nn*); man erkennt die eigentlichen Blattspreiten leicht daran, dass nur aus ihren Achseln sich Sprosse entwickeln (Fig. 268 A, *ff*, *ss*).

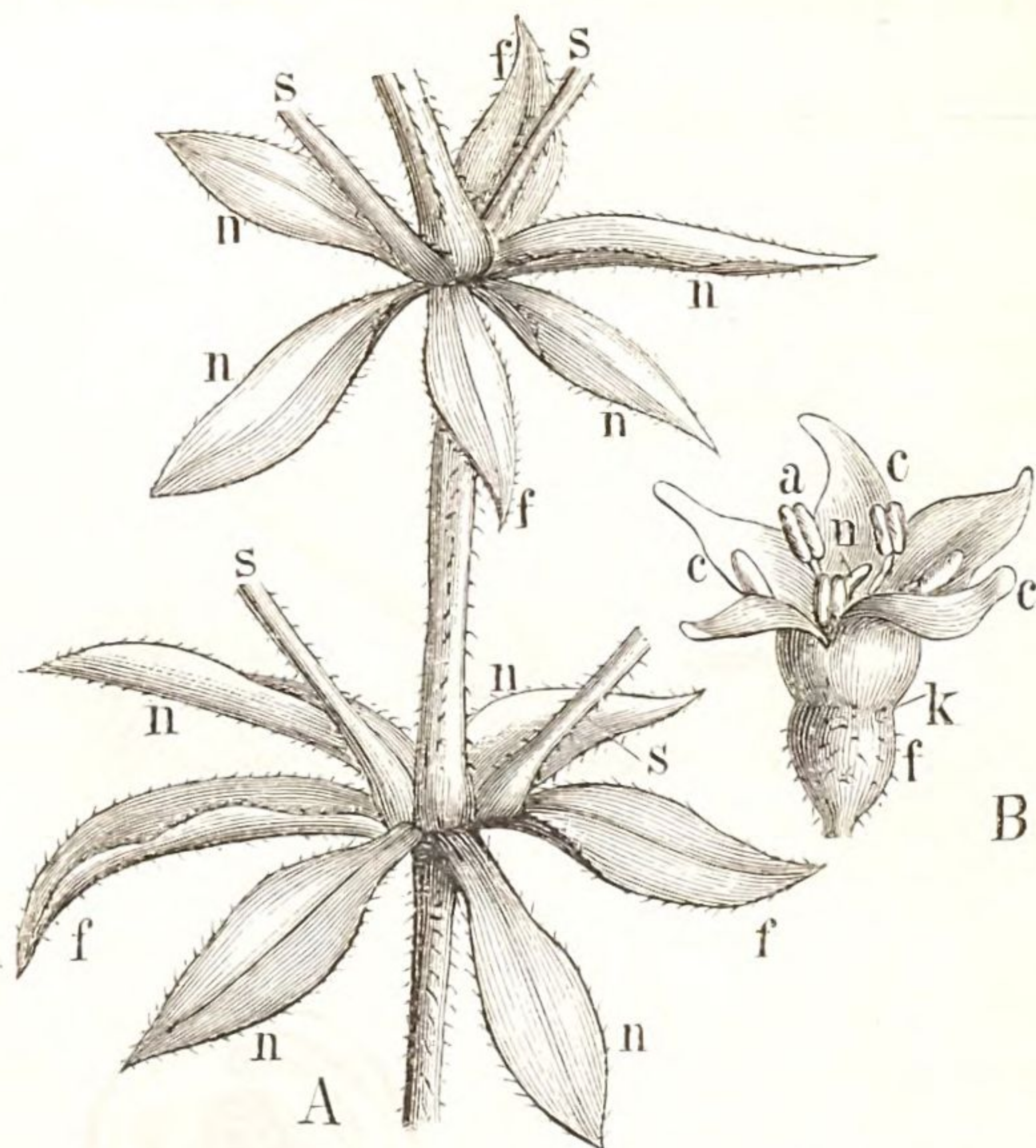


Fig. 268. A Stück des Stengels von *Rubia tinctorum*; *ff* die decussirten Blattpaare, aus deren Achseln die Sprosse *ss*; *nn* die getheilten blattähnlichen Nebenblätter (nat. Gr.). B Blüthe derselben Pflanze (vergr.). *f* Fruchtknoten, *k* der nur schwach ange deutete Kelch, *c* Krone, *a* Antheren, *n* Narbe.

Unterfamilie 1. Stellatae. Die Nebenblätter gross, blattartig.

Galium Labkraut, mit radförmiger Krone, undeutlichem Kelch, meist vierzählig. *G. silvestre*, Mollugo, Aparine u. a. häufig. — *Asperula* ebenso, mit trichterförmiger Krone; *A. odorata* Waldmeister. — *Rubia tinctorum* Krapp, mit meist fünfzähliger Blüthe, radförmiger Krone, saftiger Frucht, stammt aus Südeuropa, wird wegen des Farbstoffs im Grossen gebaut. — *Sherardia* mit deutlichem Kelch; *S. arvensis* auf Aeckern.

Unterfamilie 2. Coffeaceae. Nebenblätter schuppenförmig; Fruchtfächer einsamig.

Coffea arabica, Kaffeebaum aus Africa, in den Tropen cultivirt; Frucht eine zwei- (oder ein-) samige Beere; die sog. Kaffeebohne ist der Same, der grössten-

theils aus dem Endosperm besteht und einen kleinen Embryo enthält. — *Cephaelis*.

Unterfamilie 3. Cinchoneae. Nebenblätter schuppenförmig, Fruchtfächer vielsamig.

Cinchona Chinarindenbaum, in vielen Arten am östlichen Abhang der Anden in Südamerika einheimisch, neuerdings in Ostindien und Java cultivirt.

Officinell: Cortex Chinae, Chinarinden von verschiedenen Arten von *Cinchona*, besonders von *C. Calisaya*, *micrantha*, *succirubra*, *Condaminea* u. a.; Radix *Ipecacuanhae*, Brechwurzel von *Cephaelis Ipecacuanha* in Südamerika.

Fam. 2. Caprifoliaceae. Blüten meist fünfgliederig, actinomorph oder zygomorph. Krone meist mit dachiger Knospenlage. Fruchtknoten zwei- bis fünffächerig. Samenknospen an den Scheidewänden, hängend. Frucht meist eine Beere oder Steinfrucht. Same mit Endosperm. Blätter opponirt, meist ohne Nebenblätter. Meist Bäume oder Sträucher.

Unterfamilie 1. Sambuceae. Krone radförmig, meist actinomorph; Fruchtknoten einfach mit je einer Samenknospe.

Sambucus, Hollunder mit fünftheiliger Krone, drei bis fünf Steinen in der Steinfrucht; *S. nigra*. — *Viburnum* Schneeball, mit fünfspaltiger Krone, einem Stein in der Steinfrucht; *V. Lantana*, *V. Opulus* häufig, von letzterem eine Form cultivirt, deren sämtliche Blüten (bei der ursprünglichen Art nur die am Rand des Ebenstraußes stehenden) vergrösserte Kronen tragen und unfruchtbar sind. — *Adoxa* Moschatellina kleines Pflänzchen in feuchten Wäldern; die Staubfäden gespalten.

Unterfamilie 2. *Lonicereae*. Krone röhrenförmig, meist zygomorph. Fruchtknotenfach mit mehreren Samenknospen.

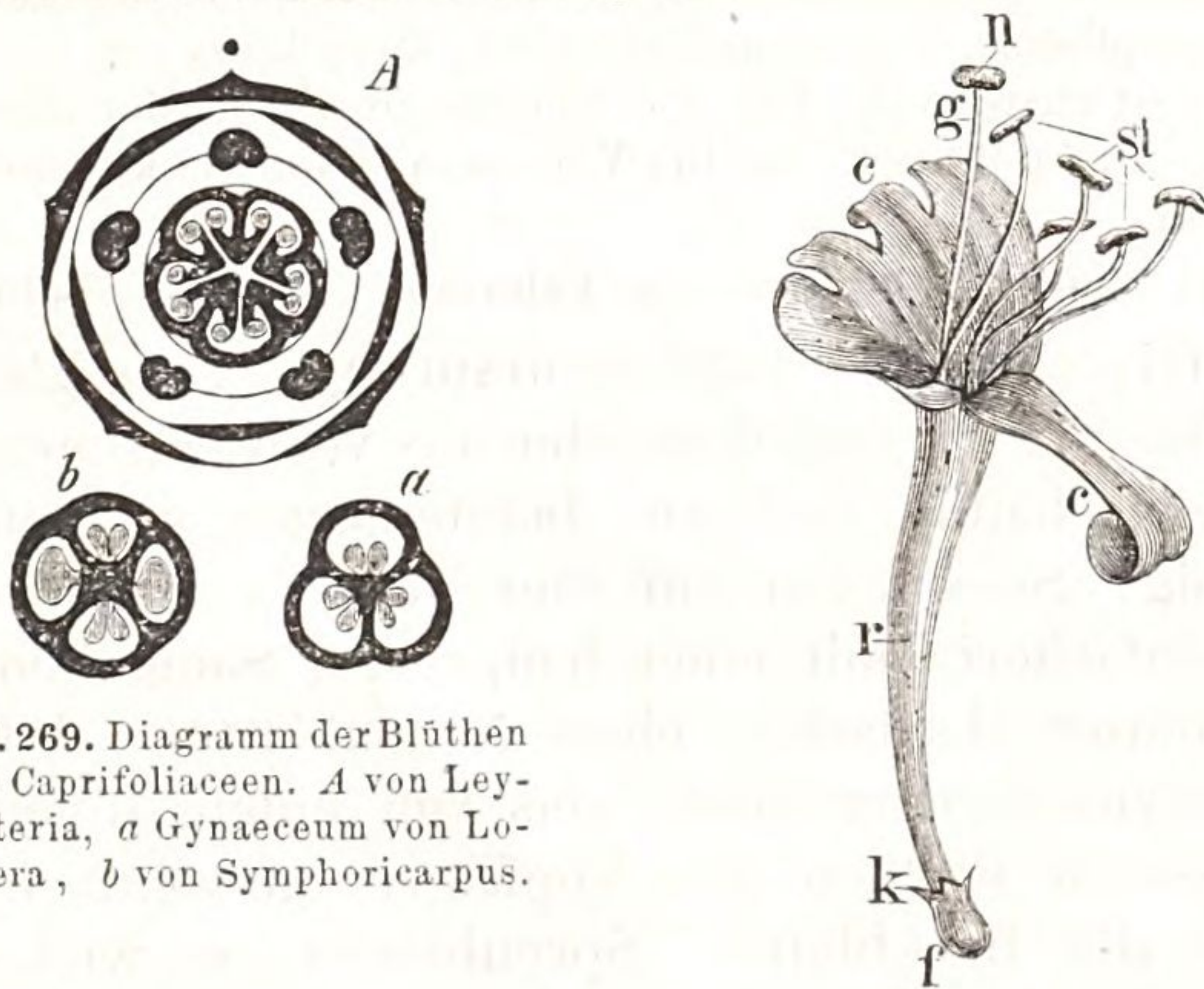


Fig. 270. Blüte von *Lonicera Caprifolium* (nat. Gr.). *f* Fruchtknoten, *k* Kelch, *r* Röhre, *cc* die fünf Zipfel der Krone, *st* Staubfäden, *g* Griffel, *n* Narbe.

Lonicera Heckenkirsche, mit zwei- bis dreifächerigem Fruchtknoten; *L. Caprifolium*, *Periclymenum* mit windendem Stengel; *L. Xylosteum*, *tatarica*, *pyrenaica* u. a. Ziersträucher. Bei mehreren Arten (z. B. *L. alpigena*) verwachsen die Früchte der zu zweien dicht zusammenstehenden Blüten zu einer einzigen Beere. — *Symphoricarpus racemosa*, Schneebeere mit vier- bis fünffächerigem Fruchtknoten, weisser Beere, Zierstrauch. — *Diervilla* mit zweifächeriger Kapsel, *D. canadensis*, *rosea* u. a. Ziersträucher. — *Linnaea borealis* kleines kriechendes Kraut im Norden und den Alpen.

Officinell: Flores, früher auch Fructus Sambuci von *Sambucus nigra*.

Fam. 3. *Valerianeae*. Blüten zygomorph oder unregelmässig, ursprünglich fünfgliedrig. Der Kelch fehlt oder in Gestalt einer oft zehnstahligen Haarkrone, eines sog. Pappus vorhanden, der sich erst nach der Blüte entwickelt (Fig. 271 *B*, *p*), während der Blüte kurz und eingerollt ist (Fig. 271 *A*, *k*). Staubfäden gewöhnlich nur drei entwickelt. Fruchtblätter drei, einen dreifächerigen Fruchtknoten bildend, von dem sich aber stets nur ein Fach mit einer hängenden Samenknospe ausbildet. (Diagramm Fig. 271). Same ohne Endosperm. Blätter decussirt, ohne Nebenblätter.

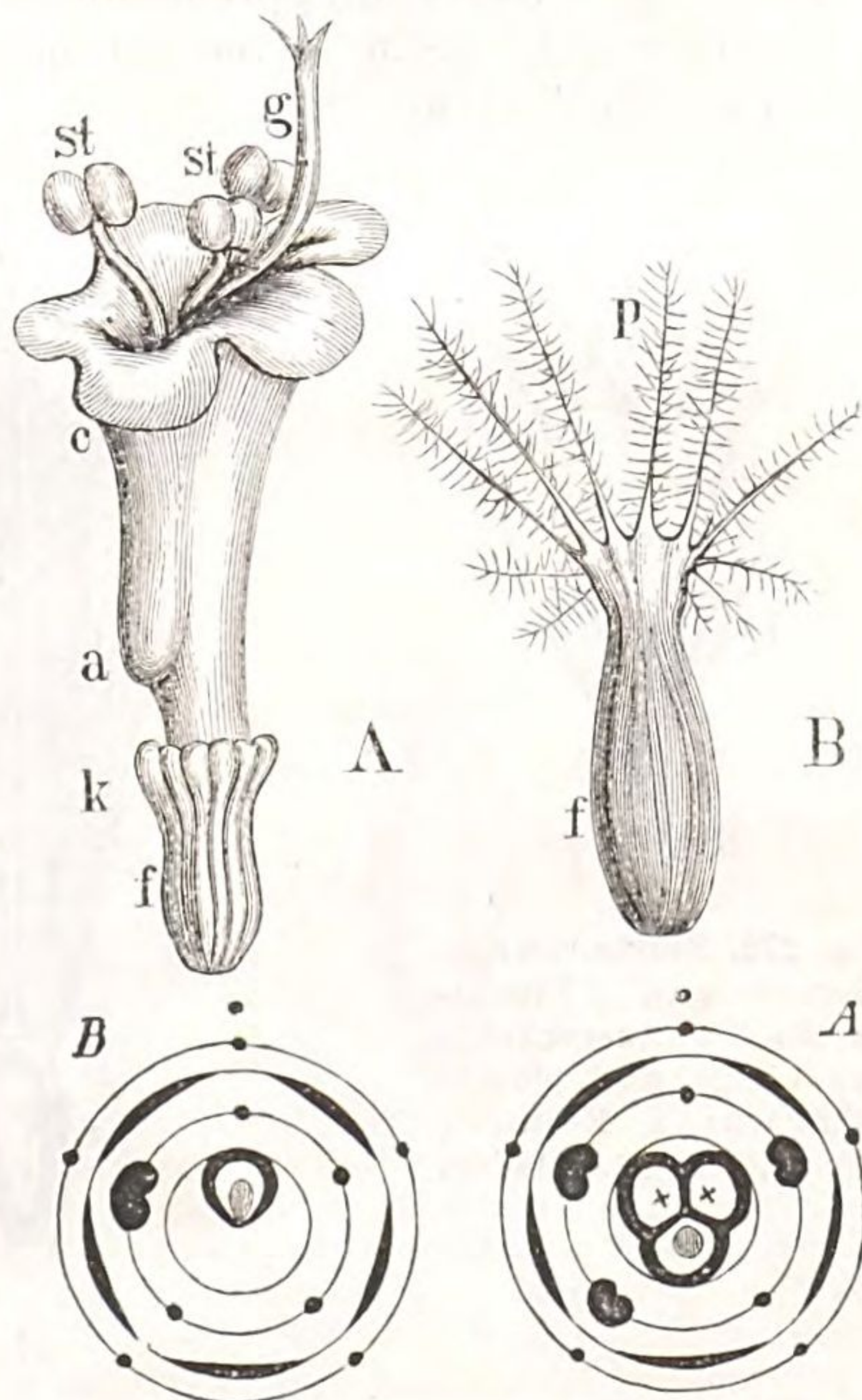


Fig. 271. *A* Blüte, *B* Frucht von *Valeriana* (vergr.). *f* Fruchtknoten, *k* Kelch, *c* Krone, *a* deren Höcker, *st* Staubfäden, *g* Griffel, *p* der Pappus. — Diagramme *A* von *Valeriana*, *B* von *Centranthus*.

Valeriana officinalis, dioica häufig auf feuchten Plätzen. — *Valerianella* mit nur gezähntem Kelchsaum, in mehreren Arten auf Aeckern; *V. olitoria*, Feld- oder Nüsschensalat, Küchenpflanze. — *Centranthus ruber*, Zierpflanze; es ist nur ein Staubfaden und ein Fruchtblatt entwickelt (Fig. 270 Diagramm *B*); an der Basis der Kronenröhre eine spornartige Ausbuchtung, die bei *Valeriana* schon als kleiner Höcker angedeutet ist (Fig. 271 *A*, *a*).

Officinell: Radix Valerianae von *Valeriana officinalis*, Baldrian.

Fam. 4. *Dipsaceae*. Blüten ursprünglich fünfgliedrig von einem Aussenkelch (Fig. 272 *k'*) umgeben, der aus verwachsenen Vorblättern gebildet ist. Kelch häufig in Form borstenförmiger Zipfel (Fig. 272 *k*); Krone zweilippig; Staubfäden nur vier, da der hintere unterdrückt ist. Fruchtknoten einfächerig mit einer hängenden Samenknospe. Same mit Endosperm. Blätter decussirt, ohne Nebenblätter. Blüten zu einem Köpfchen dicht zusammengestellt, das von einem Involucrum umgeben wird; die äusseren Blüten des Köpfchens gewöhnlich strahlend. Im Köpfchen sind die Deckblätter (Spreublätter) entwickelt oder fehlen. Frucht vom Aussenkelch, der mit Längsfurchen ausgestattet ist, eingeschlossen.

Dipsacus Weberkard, Kelch ohne Borsten; von *D. Fullonum* werden die Köpfchen in der Tuchbereitung angewendet; *D. silvester* häufig an wüsten Plätzen. — *Knautia* ohne Spreublätter, mit ungefurchtem Aussenkelch, *K. arvensis* auf Wiesen häufig. — *Scabiosa* mit Spreublättern und trockenem Saum des Aussenkelchs; *S. Columbaria* auf Wiesen. — *Succisa* mit krautigem Saum des Aussenkelchs; *S. pratensis* auf nassen Wiesen.

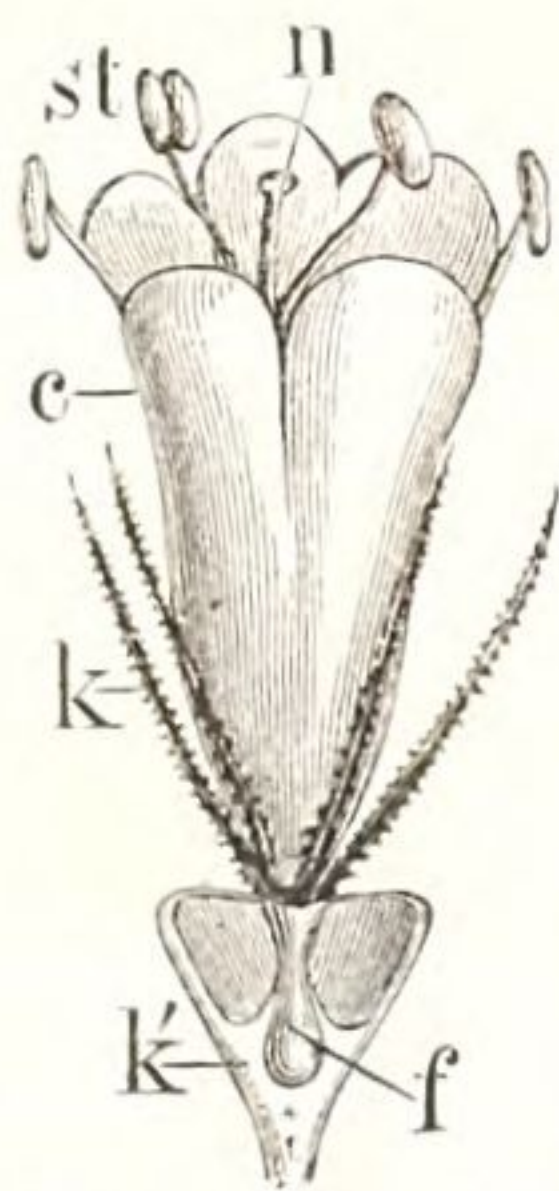


Fig. 272. Blüte von *Scabiosa* (vergr.). *f* Fruchtknoten, *k'* Aussenkelch der Länge nach durchschnitten; *k* Kelch, *c* Krone, *st* Staubfäden, *n* Narbe.

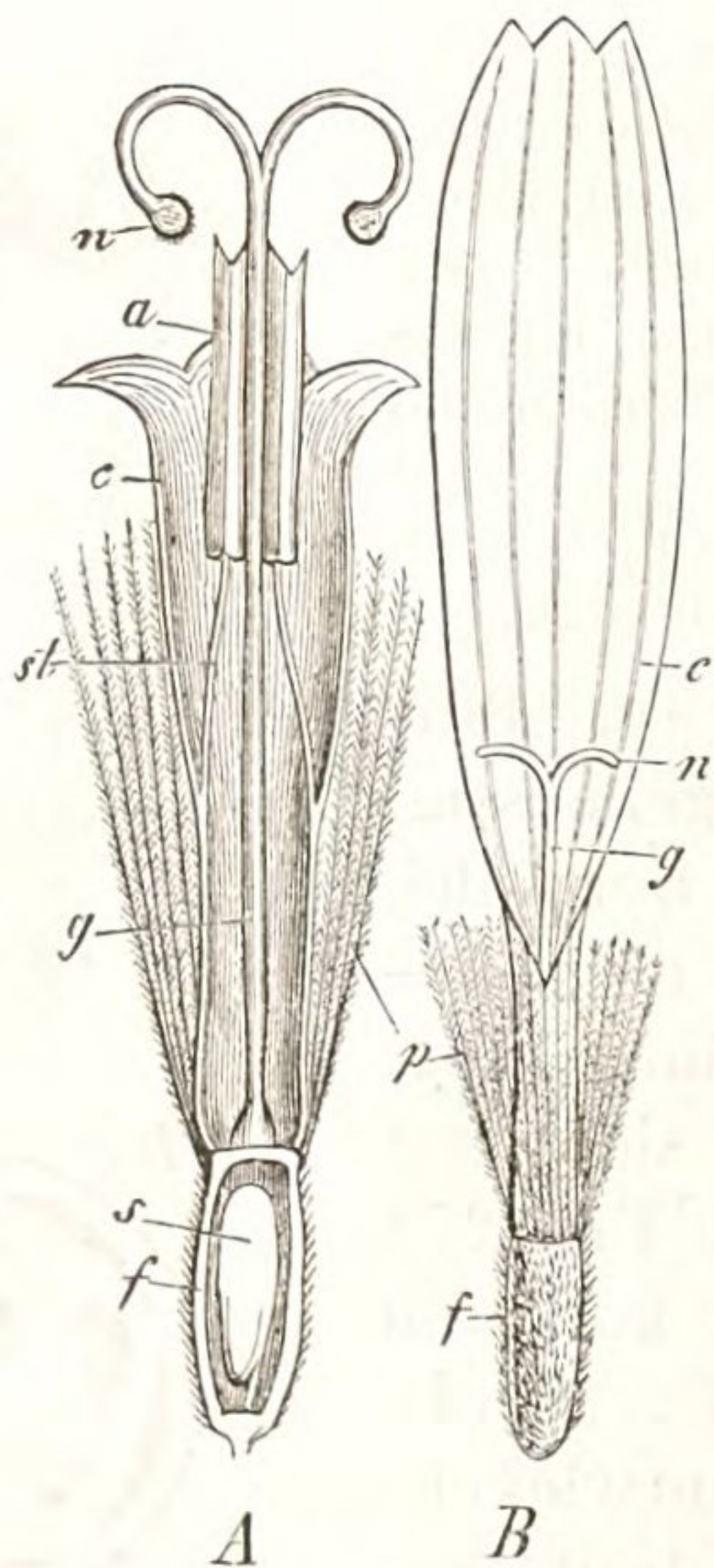


Fig. 273. Blüte von *Arnica* (vergr.). *A* des Mittelfeldes, im Längsschnitt. *B* des Randes, *f* Fruchtknoten, *p* Pappus, *c* Krone, *st* Staubfäden, *a* Antheren, *n* Narben, *g* Griffel, *s* Samenknospe.



Fig. 274. Diagramm der Compositenblüte.

Fam. 5. *Compositae*. Die Blüten sind stets zu viel- (selten 4-) blüthigen Köpfchen vereinigt, meist in demselben Köpfchen von verschiedenem Geschlecht, zwittrige, weibliche und geschlechtslose. Der Fruchtknoten

ist unterständig einfächerig, mit einer grundständigen anatropen Samenknospe. Der Kelch ist nur selten in Form kleiner Blätter oder Schuppen (Fig. 275 *D*, *p*) vorhanden, meist als eine Krone einfacher oder verzweigter Haare (Fig. 273 *p*, 275 *A*, *E*, *p*), die sich erst nach der Blüthezeit vollständig entwickeln und Pappus genannt werden. Bisweilen fehlt der Kelch vollständig. Krone röhrig, entweder regelmässig fünfzählig (Fig. 273 *A*, *c*, 275 *C*, *m*, *c*) oder am oberen Ende in einen einseitig ausgebreiteten dreieckigen (Fig. 273 *B*, 275 *B*, *ra*) oder fünfzähligen (Fig. 275 *A*, *c*) Saum ausgehend, zungenförmig, selten (nur bei ausländischen Gattungen) zweilippig. Staubfäden kurz, der Kronenröhre eingefügt (Fig. 273 *A*, *st*); die Antheren sind langgestreckt (Fig. 273 *A*, *a*, 275 *A*, *a*), seitlich miteinander verklebt und bilden eine Röhre, durch die der Griffel hindurchgeht. Dieser spaltet sich oben in zwei Aeste (Fig. 273 *A*, *n*, 275 *A* und *C*, *n*), gegen deren Spitzen die Narbenpapillen in je zwei Längsreihen angeordnet sind. In den rein weiblichen Blüthen sind die Griffel meist kürzer (Fig. 273 *B*, *g*). Frucht eine einsamige Achene, an ihrem oberen Ende vom Kelch, dem Pappus

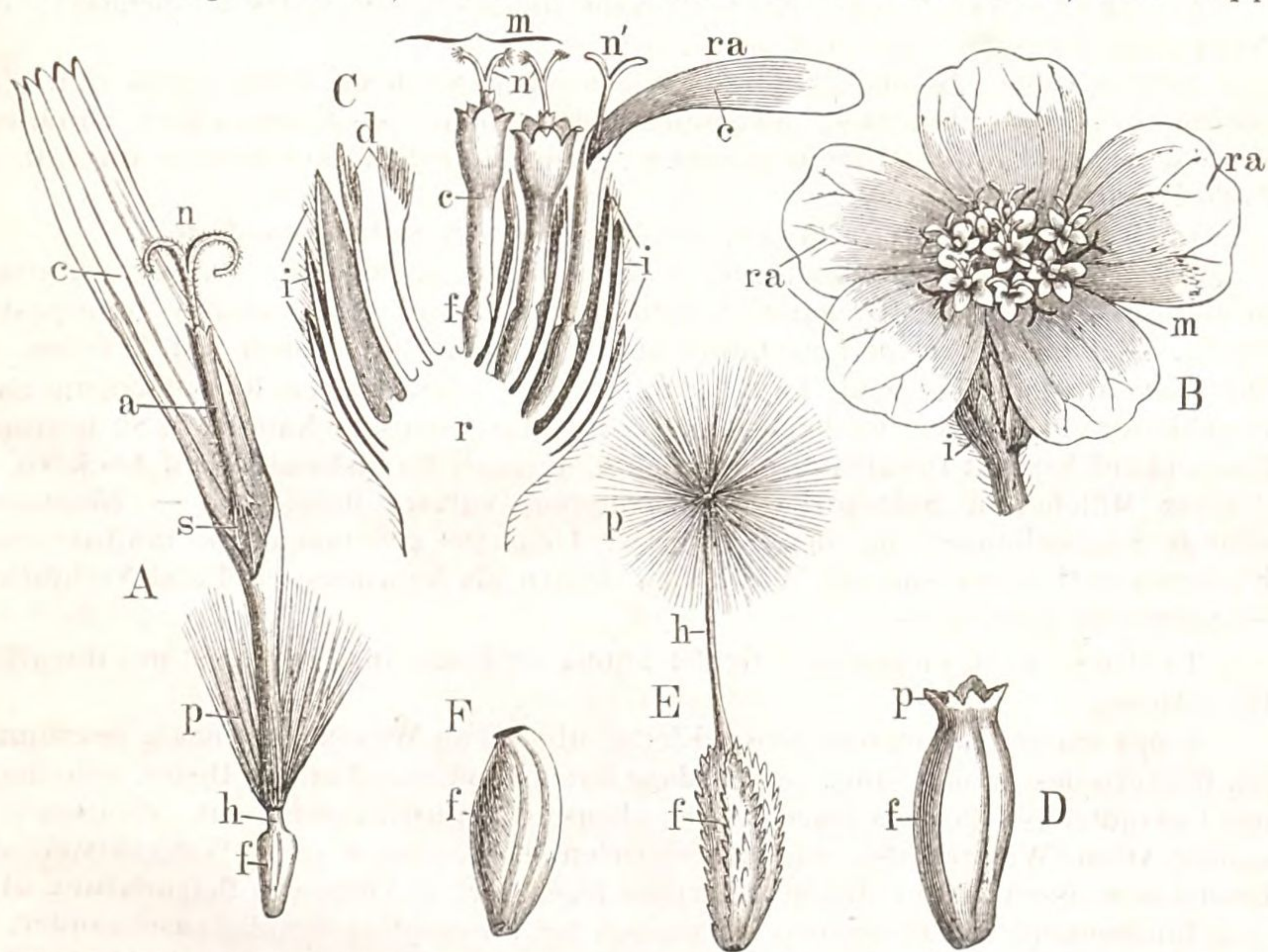


Fig. 275. Blüthen und Blüthentheile von Compositen. *f* Frucht oder Fruchtknoten, *h* Schnabel desselben, *p* Pappus, *c* Krone, *s* Staubfäden, *n* Narben. *A* zungenförmige Blüthe von *Taraxacum* mit fünfzähligen Kronensaume, zwittrig. *B* Blüthenköpfchen von *Achillea* (vergr.), *ra* Randblüthen mit zungenförmigem dreizähligen Saume, weiblich, *m* zwittrige Blüthen des Mittelfeldes, mit fünfzähliger Kronenröhre, *i* Involucrum. *C* Längsschnitt durch dasselbe stärker vergrößert; *r* Receptaculum, *i* Involucrum; *d* Deckblätter der Blüthen, *ra* Randblüthe, *m* Blüthen des Mittelfeldes: *n'* Narben der weiblichen Randblüthe. *D* Frucht von *Tanacetum* mit schuppenförmigem Pappus. *E* von *Taraxacum* mit haarförmigem, *F* von *Artemisia* ohne Pappus (alle vergr.).

(Fig. 275, *E* und *D*, *p*) gekrönt, wenn dieser nicht völlig fehlt (Fig. 275 *F*, *f*). Zuweilen ist die Achene, welche mit verschiedenartigen Riefen oder Stacheln ausgestattet sein kann, an ihrem oberen Ende in einen Schnabel verlängert (Fig. 275, *E*, *h*). Same ohne Endosperm.

Meist Kräuter mit zerstreuten oder (seltener) decussirten Blättern, ohne Nebenblätter, oft mit Milchsaft. Die Köpfchen werden stets von einer Anzahl von Hochblättern, dem Involucrum umgeben (Fig. 273 *B, i*). Die Deckblätter der einzelnen Blüthen (paleae oder Spreublätter genannt) sind entweder vorhanden (Fig. 273 *C, d*) oder fehlen.

Nach der Gestalt der Blüthen und der Vertheilung der Geschlechter in einem Köpfchen unterscheidet man:

1. Unterfamilie. Tubuliflorae. In einem Köpfchen stehen entweder lauter zwittrige Röhrenblüthen (d. h. mit regelmässiger fünfzähliger Krone) oder die das Mittelfeld, den Discus (Fig. 274, *B, m*) einnehmenden zwittrigen Röhrenblüthen werden am Rande umgeben von einer oder mehreren Reihen zungenförmiger weiblicher oder geschlechtsloser Blüthen, deren Krone in einen dreizähligen Saum ausgeht (Fig. 272 *B, 274 B, ra*).

Tribus 1. Eupatoriaceae. Griffeläste linealisch; die Narbenreihen bis zu deren Mitte reichend.

Eupatorium cannabinum, *Petasites officinalis*, *Tussilago Farfara*, an feuchten Orten, Ufern, u. s. w.

Tribus 2. Asteroideae. Griffeläste linealisch oberwärts feinbehaart; die Narbenreihen bis zur feinen Behaarung reichend.

Aster in vielen, besonders nordamerikanischen Arten als Zierpflanzen cultivirt, ebenso *Callistephus chinensis*, gewöhnlich *Aster* genannt. — *Erigeron acer*, canadensis gemeine Unkräuter. — *Bellis perennis*, Gänseblümchen, auf Wiesen überall. — *Inula* *Helenium*.

Tribus 3. Senecionideae. Griffeläste an der Spitze pinselförmig.

Senecio vulgaris, *Jacobaea*, gemein auf Aeckern, Gartenland. — *Arnica montana* in Gebirgswäldern. — *Artemisia Absinthium* Wermuth, *A. vulgaris*, campestris häufig. — *Chrysanthemum* *Leucanthemum* Wucherblume, überall auf Wiesen. — *Matricaria* Chamomilla, wilde Kamille, mit kegelförmigem hohlem Receptaculum ohne Deckblätter der Blüthen, häufig. — *Anthemis nobilis*, römische Kamille in Südeuropa; Blüthenköpfchen mit Deckblättern, ähnlich *A. arvensis* Hundskamille, auf Aeckern. — *Achillea Millefolium* Schafgarbe. — *Tanacetum vulgare* Rainfarn. — *Helianthus annuus* Sonnenblume; aus den Samen wird das Oel gewonnen; die inulinreichen Knollen von *H. tuberosus* aus Westindien dienen als Nahrungsmittel und Viehfutter. — *Spilanthes oleracea*. —

Tribus 4. Cynareae. Griffel knotig verdickt. Disteln, meist mit dornigen Blättzähnen.

Lappa maior, *minor*, *tomentosa*, Klette, überall an Wegen, mit hakig gekrümmten Blättern des Involucrums. — *Carduus nutans* und *acanthoides*, Distel, sehr häufige Unkräuter. — *Cirsium lanceolatum*, ebenso *C. palustre*, *oleraceum*, *rivulare* und andere Arten, Wiesendistel, an feuchten Orten. — *Carlina acaulis*, Wetterdistel, die innersten weissen Blätter des Involucrums legen sich in Folge von Befeuchtung über dem Blüthenköpfchen zusammen, legen sich bei Trockenheit strahlig auseinander. — *Centaurea Scabiosa*, Jacea, Flockenblume, überall, *C. Cyanus* Kornblume, unter dem Getreide. — *Cynara Scolymus*, Artischocke, die jungen Blüthenköpfe werden als Gemüse gegessen. — *Carthamus tinctorius*, Saflor, findet in der Färberei Anwendung. — *Cnicus benedictus*. Bei *Echinops* sind zahlreiche einblüthige Köpfchen zu einem grösseren kugeligen Kopf vereinigt.

Unterfamilie 2. Labiatiflorae. Krone der Zwitterblüthen zweilippig, die der männlichen und weiblichen zungenförmig oder zweilippig. — Südamerika.

Unterfamilie 3. Liguliflorae (Cichoriaceae). — Alle Blüthen des Köpfchens zwittrig, mit zungenförmigem fünfzähligen Saum der Krone (Fig. 274 *A*).

Taraxacum officinale Löwenzahn, die gemeinste der einheimischen Pflanzen. — *Lactuca sativa* Kopfsalat; *L. Scariola*, *virosa* u. a. an wüsten Plätzen. — *Scorzonera hispanica* Schwarzwurzel, Gemüsepflanze. — *Tragopogon orientalis* und *pratensis*,

Bocksbart, häufig auf Wiesen. — *Cichorium* Intybus, an Wegen überall; die geröstete Wurzel dient als Kaffeesurrogat; *C. Endivia*, Endivie, Gemüsepflanze.

Officinell: *Folia Farfarae* von *Tussilago Farfara*; *Radix Helenii* oder *Enulae*, von *Inula Helenium* in Südeuropa; *Flores* und *Radix Arnicae* von *Arnica montana*; *Radix Artemisiae* von *Artemisia vulgaris*, *Herba Absynthii* von *Artemisia Absinthium*; *Flores Cinae*, Wurmsame, von verschiedenen *Artemisia*-Arten im Orient; *Radix Pyrethri* von *Anacyclus officinarum*, aus Südeuropa; *Herba Millefolii* von *Achillea Millefolium*; *Flores Chamomillae vulgaris* von *Matricaria Chamomilla*; *Flores Chamomillae romanae* von *Anthemis nobilis* in Südeuropa; *Herba Spilanthi* von *Spilanthes oleracea* in Südamerika; *Radix Carlinae* von *Carlina acaulis*; *Radix Bardanae* von *Lappa maior*, *minor* und *tomentosa*; *Herba Cardui Benedicti* von *Cnicus benedictus* in Südeuropa; *Lactucarium* und *Herba Lactucae* von *Lactuca virosa*; *Radix Taraxaci* von *Taraxacum officinale*.

Register.

- Abfallen der Blätter 39.
 Abies 154.
 — männliche Blüthe 154.
 Abietineae 154.
 —, Knospe 14.
 Abortus 168.
 Abschnürung der Sporen 103.
 Absorbirte Nährstoffe 69.
 Acacia 255.
 —, Blatt 11.
 Acajouholz 238.
 Acanthaceae 265.
 Acanthus 265.
 Acer 240.
 — Keimung 205.
 —, Knospe 14.
 Acerineae 239.
 Achene 177.
 Achillea 274.
 Achimenes 265.
 Achlya, Schwärmsporen-
 bildung 35.
 Achselknospen 3. 14.
 Aconitum 225.
 — Fruchtknoten 162.
 Acorus 189. 190.
 Acrocarpische Moose 131.
 Acrogynae 128.
 Acropetale Anordnung 2.
 Acrosticheae 138.
 Actaea 225.
 Actinomorph 170.
 Aculei 21.
 Acyclisch 167.
 Adernetz der Blätter 9. 40.
 Adlerfarn 138.
 Adonis 224.
 Adoxa 270.
 Adventive Bildungen 2.
 Adventivsprosse 15.
 Aecidium 116. 119.
 Aegopodium 244.
 Aehrchen 192.
 Aehre 180.
 Aehrenköpfchen 182.
 Aehrentraube 182.
 Aesculinae 208. 239.
 Aesculus 239.
 —, Knospe 14.
 Aethalium 108.
 Aethusa 244.
 Agaricinen 121.
 Agaricus 93. 121.
 Agathosma 238.
 Agave 199.
 Aggregatae 209. 269.
 Agrimonia 251.
 Agrostemma 223.
 Agrostideae 194.
 Agrostis 194.
 Ahorn 240.
 —, Zucker 33.
 Aigeiros 217.
 Ailanthus 239.
 Aira 194.
 Aiuga 267.
 Aizoaceae 223.
 Akazie 254.
 Aklei 225.
 Alae 253.
 Alchemilla 251.
 —, Blatt 9.
 Aldrovanda 234.
 Algen 91. 94.
 —, Farbstoffe 31.
 Alisma 188.
 Alismaceen 187.
 —, Fehlen des Endosperms
 148.
 Alkaloide 62. 66.
 Alkanna 264.
 Allium 198.
 —, Staubfaden 160.
 Alnus 213.
 —, Knospe 14.
 Aloe 198. 199.
 Alopecurus 194.
 Alpenrose 258.
 Alpinia 201.
 Alsine 223.
 Alsineae 223.
 Alsophila 138.
 Alströmeria 199.
 Althaea 235.
 Althaea, Pollenbildung 34.
 Aluminium 63.
 Alyssum 231.
 Amanita 121.
 Amarantaceae 222.
 Amarantus 222.
 —, Farbstoff der Blätter 31.
 Amaryllideae 199.
 Amelanchier 252.
 Amaryllis 199.
 Amentaceae 207. 212.
 Amentum 183.
 Ammoniak 67.
 Amoebenartige Bewegung
 29.
 Amorpha 254.
 Ampelideae 241.
 Ampelopsis 242.
 Ampfer 221.
 Amphigastrien 127.
 Amygdaleae 250.
 Amygdalus 179. 250.
 Amylum 31.
 Anagallis 257.
 Anamirta 227.
 Ananassa 200.
 Anaptychia 114.
 Anatrope Samenknospen
 147.
 Anchusa 263.
 Andreaea 130.
 Andreaeaceae 129.
 Andröceum 146. 159.
 Andropogoneae 193.
 Anemone 224. 225.
 Anemoneae 224.
 Anethum 244.
 Aneura 128.
 Angelica 244.
 Angiopteris 139.
 Angiospermen 91. 150. 157.
 Angustiseptae 231.
 Anis 244.
 Anisocarpeae 208. 259.
 Annulus 137. 142.
 Anorganische Stoffe 62. 67.
 Anthela 183.

- Anthemis 274.
 Anthere 159.
 Antheridien 98. 100. 101.
 102. 107. 123. 132.
 Anthoceros 127.
 Anthoceroteae 127.
 Anthocyan 33.
 Anthoxanthum 193.
 Anthriscus 244.
 Anthyllis 253.
 Antiaris 211.
 Antirrhinum 265.
 Apfel 175. 252.
 Aphanocyclicae 208. 223.
 Apium 244.
 Apocarpes Gynäceum 162.
 Apocyneae 260.
 Apophyse 155.
 Apothecium 113.
 Apposition 26.
 Apricose 250.
 Aquilegia 225.
 Arabideae 231.
 Arabisches Gummi 67. 255.
 Arachis 254.
 Araliaceae 244.
 —, Strangverlauf 206.
 Araucaria 156.
 Araucariaceae 153.
 Araucarieae 155.
 Arbutus 258.
 Archangelica 244.
 Archegonium 123. 133. 151.
 Archidium 130.
 Arctostaphylos 258.
 Arcyria 109.
 Ardisia 257.
 Arenaria 223.
 Arillus 149. 153. 227.
 Arista 192.
 Aristolochia 217.
 —, Bestäubung 173.
 Aristolochieae 217.
 Armeria 257.
 Arnica 272. 274.
 Aroideae 189.
 —, Blätter 185.
 —, Luftwurzeln 21.
 Arrow-root 201. 202.
 Art 92.
 Artanthe 209.
 Artemisia 274.
 Artischocke 274.
 Artocarpus 210.
 Arum 189. 190.
 Arundineae 194.
 Asa foetida 244.
 Asarum 217.
 Asche 63.
 Asclepiadeae 261.
 —, Milchzellen 53.
 Asclepias 261.
 Ascobolus 113.
 Ascogon 109.
 Ascomyceten 105. 109.
 Ascus 35. 109.
 Asparageae 198.
 Asparagin 62. 66.
 Asparagus 198.
 Aspe 217.
 Aspergillus 110. 111.
 Asperifoliae 263.
 Asperula 270.
 Aspidium 138.
 —, innere Haare 38.
 Asplenium 138.
 Assimilation 63. 87.
 Ast 15.
 Aster 274.
 Asteroideae 274.
 Astragalus 254.
 Astrantia 244.
 Asymmetrische Blüten 171.
 Athemböhle 55.
 Athmung 70.
 Atragene 224.
 Atropa 263.
 Atrope Samenknospen 147.
 Aucuba 245.
 Aufnahme der Nährstoffe
 69.
 Augentrost 265.
 Aurantieae 238.
 Ausläufer 15.
 Aussenkelch 159.
 Autor 93.
 Auxosporen 97.
 Avena 194.
 Avenaceen 194.
 Axe 2.
 Axenbürtige Samenknospen
 165.
 Azalea 258.
Bacca 179.
 Bacillus 105.
 Bacterium 105.
 Bälglein 192.
 Baeomyces 116.
 Balanophora 218.
 Balanophoreae 207. 218.
 Baldrian 272.
 Balg der Grasblüte 192.
 Balgfrucht 178.
 Ballota 267.
 Balsam 54.
 Balsamineae 237.
 Balsamodendron 239.
 Bambusa 192.
 Banane 201.
 Barbula 131.
 Barosma 238.
 Baryum 63.
 Basidie 103. 116. 120.
 Basidiomyceten 105. 119.
 Basis 1.
 Bast 42. 50.
 Bastard 174.
 Bastfasern 25. 42.
 Bastkörper 42. 50.
 Batatas 261.
 Batrachospermum 100.
 Bauchnath 163.
 Bauchpilze 122.
 Baum 149.
 Baumbart 114.
 Baumfarne 136. 138.
 —, Luftwurzeln 21.
 Baumwolle 56. 235.
 Baustoffe der Zelle 65.
 Beere 179.
 Befruchtung 88. 174.
 Begonia 247.
 —, Krystalle 33.
 —, Strangverlauf 206.
 Begoniaceae 247.
 Bellis 274.
 Benzoe 257.
 Berberideae 227.
 Berberis 227.
 —, Bewegung der Staub-
 fäden 83.
 —, Blattdornen 12.
 Bergenia 245.
 Bertholletia 250.
 Besenpfrieme 253.
 Bestäubung 171.
 Beta 222.
 Betonica 267.
 Betula 213.
 —, Knospen 14.
 Betulaceae 213.
 Bewegungen des Protoplas-
 mas 29.
 Biatra 115.
 Bicornes 208. 258.
 Bierhefe 108.
 Bignoniaceae 265.
 Bilateralität 79.
 Bilsenkraut 263.
 Binse 195. 197.
 Biota 156.
 Birke 213.
 Birnbaum 252.
 Bixa 232.
 Bixaceae 232.
 Blättchen 12.
 Blasenstrauch 253.
 Blasia 128.
 Blatt 2. 7.
 Blattdornen 12.
 Blattformationen 13.
 Blatthäutchen 8.
 Blattkissen 15.
 Blattnarbe 3.
 Blattnerven 8.
 Blattranken 12.
 Blattrosetten 2.
 Blattspurstränge 40.

- Blattstellung 3.
 Blauholz 254.
 Bleichsucht 67.
 Blendling 174.
 Blitum 222.
 Blitzschläge 87.
 Blüthe 14. 123. 146. 149. 157.
 Blütenboden 157.
 Blütenfarben 31. 33.
 Blütenformeln 169.
 Blütenhülle 146. 157.
 Blütenstände 179.
 Blütenstaub 89. 146. 162.
 Blütenstiel 157.
 Blumenkohl 231.
 Blüten der Reben und Bäume 73.
 Blutendes Brod 115.
 Bocksbart 274.
 Böhmeria 210.
 Bohne 254.
 —, Bewegungen der Blätter 82.
 —, Schlingen des Stammes 80.
 Bohnenkraut 266.
 Boletus 121.
 Boragineae 263.
 Boraginoideae 264.
 Borago 264.
 Borke 58.
 Borneokampfer 233.
 Borstengras 194.
 Bostryx 182.
 Boswellia 239.
 Botrychium 139. 140.
 Botrydiaceen 95. 98.
 Botrydium 98.
 Brachypodium 194.
 Brachythecium 131.
 Bracteae 14.
 Brandpilze 116.
 Brassica 231.
 —, Frucht 177.
 Brassiceae 231.
 Brayera 251.
 Brechnuss 260.
 Brennhaare 56.
 Brennessel 210.
 Briza 194.
 Brodbaum 210.
 Brom 63. 68.
 Brombeere 252.
 —, Stachel 21.
 Bromeliaceae 200.
 Bromus 194.
 Broussonetia 210.
 Brunella 267.
 Brunukresse 231.
 Brutknospen 15. 125.
 Bryinae 130.
 Bryonia 269.
 Buccoblätter 238.
 Buche 215.
 —, Blatt 9.
 —, Blattstellung 7.
 —, Knospe 14.
 Buchweizen 221.
 Buellia 115.
 Bulbus 17.
 Bulgaria 113.
 Bupleurum 244.
 —, Blatt 10.
 Butomus 188.
 —, Fruchtknoten 166.
 Buxaceae 220.
 Buxus 220.
 Cabombeae 227.
 Cacao 235.
 Cacteae 247.
 —, Stämme 17.
 Caeoma 119.
 Caesalpinia 254.
 Caesalpinieae 254.
 Cajaputöl 250.
 Calabarbohne 254.
 Calamagrostis 194.
 Calamus 190. 191.
 Calceolaria 265.
 Calcium 63. 68.
 Calicanthaceae 236.
 Calicanthus 236.
 Calicinisch 158.
 Calicieae 116.
 Caliciflorae 208. 242.
 Caliculus 159.
 Calix 157.
 Calla 190.
 Callistephus 274.
 Callithamnion 100.
 Callitriche 220.
 Callitrichineae 220.
 Callitris 157.
 Calluna 258.
 Callus 61.
 Calosphaeria 112.
 Calothamnus 250.
 Caltha 225.
 Calyptospora 119.
 Calyptra 124.
 Calystegia 261.
 Cambiform 42.
 Cambium 42. 46. 50.
 Cambiumring 46. 153. 206.
 Camellia 233.
 Campanula 268.
 —, Füllung der Blüthe 161.
 —, Milchsaftgefäße 53.
 Campanulaceae 268.
 Campanulinae 209. 268.
 Campecheholz 254.
 Camphora 228.
 Campylospermeen 243.
 Campylotrope Samenknospen 147.
 Canna 202.
 Cannabineae 211.
 Cannabis 211.
 Cannaceae 201.
 Cantharellus 121.
 Capillitium 108. 122.
 Capitulum 180.
 Capparideae 232.
 Capparis 232.
 Caprifoliaceae 270.
 Capsella 231.
 —, Blatt 11.
 Capsicum 263.
 Capsula 178.
 Caragana 254.
 Cardamomen 201.
 Carduus 274.
 Carex 196.
 —, arenaria, Rhizom 16.
 Carica 247.
 Caricae 211.
 Cariceae 195.
 Carina 253.
 Carlina 274.
 Carludovica 191.
 Carpell 146. 162.
 Carpellbürtige Samenknospen 165.
 Carpinus 214.
 Carpophorum 243.
 Carrageen 100.
 Cartbamus 274.
 Carum 176. 244.
 Caruncula 220.
 Carya 216.
 Caryophyllaceae 222.
 Caryophyllinae 208. 221.
 Caryophyllus 250.
 Caryopse 177.
 Cascarillarinde 220.
 Cassia 254.
 Cassytha 228.
 Castanea 215.
 Casuarineae 216.
 Catalpa 265.
 —, Blattstellung 5.
 Catechu 255.
 Caulalis 244.
 Caulerpa 102.
 Ceder 155.
 Cedernholz 238.
 Cedrela 238.
 Cedrus 155.
 Celastrineae 241.
 Cellulose 23. 26. 28. 31. 62. 65.
 Celosia 222.
 Celtis 212.
 Cembra 155.
 Centaurea 274.
 —, Bewegung der Staubfäden 83.
 Centranthus 272.

- Centrifugalkraft 79.
 Centrolepideen 196.
 Centrospermae 207. 221.
 Cephaelis 270.
 Cephalanthera 203.
 Cephalotaxus, Krystalle 33.
 Ceramium 100.
 Cerastium 223.
 Ceratodon 131.
 Ceratonia 254.
 Ceratophylleae 212.
 Ceratophyllum 212.
 Cercis 254.
 Cereus 247.
 Ceroxylon, Wachs 55.
 Cetraria 114.
 Chaerophyllum 244.
 Chamaecyparis 156.
 Chamaedorea 191.
 Chamaerops 191.
 Champignon 121.
 Chara 101.
 Characeae 96. 101.
 Chavica 209.
 Cheiranthus 231.
 Chelidonium 228.
 Chemische Wirkungen des Lichtes 86.
 Chenopodieae 222.
 Chenopodium 222.
 Chinarinden 270.
 Chlor 63. 68.
 Chlorideae 194.
 Chlorophyll 30.
 —, Verhalten in der Kälte 86.
 Chlorophyllbildung 86.
 Chlorophyllkörner 30. 64.
 —, Bewegung 87.
 Chlorophyllkörper 30. 31.
 Chlorotische Pflanzen 67.
 Chondrus 100.
 Christophskraut 225.
 Chroococcus 96.
 Chroolepus 98. 113. 116.
 Chrysanthemum 274.
 Chrysomyxa 119.
 Chrysosplenium 245.
 Chytridiaceen 105. 106.
 Cibotium 138.
 Cichorium 274.
 Cicuta 244.
 Cina 275.
 Cinchona 270.
 Cinnannus 182.
 Cinnamomum 228.
 Circaea 248.
 Circulation des Protoplasmas 29.
 Cirrhus 16.
 Cirsium 274.
 —, Bastarde 174.
 Cistiflorae 208. 232.
 Cistineae 232.
 Cistus 232.
 Citrone 179. 238.
 —, Oellücken 54.
 Citrullus 269.
 Citrus 238.
 —, Blatt 11.
 Cladonia 114.
 Cladophora 98.
 Cladrastis 254.
 Clavaria 120.
 Clavariaceen 120.
 Claviceps 112.
 Clematideae 224.
 Clematis 224.
 Clinopodium 266.
 Closterium 97.
 Clusiaceae 233.
 Cnicus 274.
 Coca 241.
 Coccus 227.
 Cochenille 247.
 Cochlearia 231.
 Cocos 191.
 Coelospermeen 243.
 Coffea 270.
 Colchicum 197. 198. 199.
 —, Frucht 177.
 Coleochaetaceen 95. 100.
 Coleochaete 100.
 Coleosporium 119.
 Collema 116.
 Collenchym 50.
 Colocasia 190.
 Colombowurzel 227.
 Coloquinte 269.
 Columella 124.
 Columnnea 265.
 Columniferae 208. 234.
 Colutea 253.
 Commelina 196.
 Commelynaceae 196.
 Compositae 272.
 —, Fruchtknoten 166.
 —, Harzgänge 54.
 Conserveae 98.
 Conidien 107. 110.
 Coniferae 152. 153.
 Conjugaten 95. 96.
 Conjugation 35. 88.
 — der Schwärmzellen 95. 97.
 Conium 244.
 Connectiv 159.
 Contortae 209. 260.
 Convallaria 198.
 Convolvulaceae 261.
 Convolvulus 261.
 —, Krone 158.
 Copaifera 254.
 Coprinus 121.
 Copulation 35.
 Corallina 100.
 Corallorrhiza 203.
 Corchorus 235.
 Cordyceps 112.
 Coriandrum 244.
 Cormophyten 92.
 Cornaceae 245.
 Cornus 245.
 Corolla 158.
 Corolliflorae 186. 196.
 Corollinisch 158.
 Coronilla 254.
 Corpuscula 148. 151.
 Corticium 120.
 Corydalis 229.
 —, Cotyledon 204.
 Corylaceae 213.
 Corylus 213.
 Corymbus 183.
 Cosmarium 97.
 Costae 243.
 Cotoneaster 252.
 Cotyledonen 14. 149. 183. 204.
 Crassula 245.
 Crassulaceae 245.
 Crataegus 252.
 Crocus 199.
 Croton 220.
 Crucibulum 122.
 Cruciferae 229.
 Cruciflorae 208. 228.
 Cubeba 209.
 Cucubalus 223.
 Cucumis 269.
 Cucurbita 269.
 —, Bau der Stränge 45.
 Cucurbitaceae 269.
 Cuphea 249.
 Cupressineae 156.
 Cupressus 156.
 Cupula 176. 214.
 Cupuliferae 214.
 Curare 260.
 Curcuma 201.
 Cuscuta 261.
 —, Saugwurzeln 22.
 Cuscutae 261.
 Cuticula 55.
 Cuticularisierung 28.
 Cyathea 138.
 Cyatheaceae 138.
 Cyathium 219.
 Cyathus 122.
 Cycadeae 152.
 Cycas 153.
 Cyclamen 257.
 Cyclantheae 191.
 Cyclische Blüten 167.
 Cyclus der Blattstellung 5.
 — in der Blüte 167.
 Cydonia 252.
 Cyma 182.

- Cymöse Verzweigung 49.
 182.
 Cynara 274.
 Cynareae 274.
 Cynodon 194.
 Cynoglossum 264.
 Cynomorium 218.
 Cyperaceae 195.
 Cyperus 195.
 Cypresse 156.
 Cyripedium 203. 204.
 Cystocarpium 100.
 Cystolithen 32.
 Cystopus 107.
 Cystosira 99.
 Cytineae 218.
 Cytinus 218.
 Cytisus 253.

Dactylis 194.
Daedalea 121.
Daemonorops 191.
Dahlia, knollige Wurzeln 21.
Dammara 156.
Danaea 139.
Daphne 255.
Daphne, Kelch 158.
Darlingtonia 234.
Dattel 191.
 —, Frucht 179.
 —, Keimung 184.
Dattelpalme 191.
Datura 263.
Daucus 244.
Dauergewebe 39.
Davallia 138.
Davalliaceae 138.
Deckblatt 44.
Deckschuppe 154. 212.
Deckspelze 192.
Decussirte Stellung 4.
Degradationsproducte 67.
Dehiscenz 178.
Delesseria 100.
Delphinium 226.
Desmidiaceae 97.
Deutzia 246.
Diadelphie Staubfäden 161.
Diagonale Stellung 170.
Diagramm 4. 168.
 — der Blüthe 168.
Diandrae 209. 259.
Dianthus 223.
 —, Kronenblatt 159.
Diatomeen 97.
Diatrype 112.
Dichasium 19. 182.
Dichogamie 172.
Dichotomie 18.
 — falsche 19.
Dickenwachsthum der
 Stämme u. Wurzeln 45.
 81.
Dickenwachsthum der Zell-
 haut 26.
Dicksonia 138.
Diclytra 229.
Dicotyledonen 91. 150. 204.
 —, Fibrovasalstränge 43.
Dicranum 131.
Dictamnus 238.
 —, Oellücken 54.
Didymium 108.
Didynome Staubfäden 161.
Diervilla 271.
Digitalis 265.
Diklinische Blüthen 149.
Dimorphismus 172.
Dinkel 195.
Diöcische Blüthen 149.
Dion 153.
Dionaea 234.
Dioscorea 200.
Dioscoreae 200.
Diosmeae 238.
Diospyrinae 208. 257.
Diospyros 257.
Dipcolobeen 231.
Dipsaceae 272.
Dipsacus 272.
Dipterix 254.
Dipterocarpeae 233.
Discomyceten 113.
Discus 166.
Distel 274.
Divergenz 4.
Döldchen 181.
Dolde 181.
Doldengewächse 242.
 —, Harzgänge 54.
 —, hohle Stengel 38.
Dorema 244.
Dornen 12. 16.
Draba 231.
Dracaena 194. 198.
 —, Dickenwachsthum 50.
Drachenblut 191.
Drachenblutbaum 198.
Drosera 234.
 —, Fleischfressen 67. 83.
Droseraceae 234.
Drüsen 54. 56.
Drupa 179.
Dryadeae 251.
Dryas 252.
Dryobalanops 233.

Ebenaceae 257.
Ebenholz 257.
Ebenstrauß 183.
Echeveria 245.
Echinocactus 247.
Echinops 274.
Echinopsis 247.
Echium 263.
Ectocarpus 99.
Edelkastanie 215.
Edeltanne 155.
Ehretioideae 263.
Eibe 153.
Eibisch 235.
Eiche 214.
 —, Knospe 14.
Eichel 176.
Einbeere 199.
Einbrüderige Staubfäden
 161.
Eingeschlechtige Blüthen
 149.
Einhäusige Blüthen 149.
Einjährige Pflanzen 149.
Eisen 63. 67.
Eisenhut 225.
Eisenkraut 267.
Eiweissstoffe 62. 66.
Eizelle 34. 35. 88. 95. 107.
 123. 133. 146. 147. 151. 175.
Elaeagneae 255.
Elaeagnus 256.
Elaeis 191.
Elaphomyces 111.
Elateren 125.
Elatineae 233.
Elektricität 87.
Elemiharz 239.
Elettaria 201.
Eleutheropetal 158.
Eleutheropetalae 207. 219.
Eleutherophyll 158.
Eleutherosepal 158.
Elfenbein, vegetabilisches
 191.
Elodea 188.
Embryo 88. 145. 148. 151.
 175.
Embryosack 147. 151. 175.
Embryoträger 148. 175.
Empetreae 220.
Empetrum 220.
Empirisches Diagramm 168.
Empleurum 238.
Empusa 108.
Enantioblastae 186. 196.
Endivia 275.
Endknospe 3.
Endocarp 176.
Endocarpon 115.
Endodermis 51.
Endogen 2.
Endophyllen 119.
Endophyllum 119.
Endosperm 35. 144. 145.
 148. 151. 175. 183. 204.
Endosporium 125.
Engelsüss 138.
Enteromorpha 98.
Entomophthoreen 105. 108.
Entstehung der Zellen 33.
Enzian 260.

- Epacrideae 258.
 Ephebe 116.
 Ephedra 157.
 Ephemerum 130.
 Epheu 245.
 —, Harzgänge 54.
 —, Kletterwurzeln 21.
 Epicarp 176.
 Epicotyles Glied 149.
 Epidermis 39. 54.
 Epigyne Blüthe 164.
 Epigynae 209. 268.
 Epilobium 248.
 Epimedium 227.
 Epipactis 203.
 —, Blüthe und Bestäubung 173.
 Epipetale Staubfäden 167.
 Epipogon 203.
 Episepale Staubfäden 167.
 Equisetinae 134. 144.
 Equisetum 142. 143.
 Erbse 254.
 —, Blatt 9.
 —, Frucht 177.
 Erdbeere 252.
 —, Ausläufer 16.
 Erdmandel 254.
 Erfrieren 85.
 Ergrünen 86.
 Erica 258.
 Ericaceae 258.
 Erigeron 274.
 Eriocauloneae 196.
 Eriophorum 195.
 Erle 213.
 Erodium 236.
 Erschütterungskrümmung 78.
 Ervum 254.
 Eryngium 244.
 Erysimum 231.
 Erysiphe 111.
 Erysipheae 111.
 Erythraea 260.
 Erythrophyll 33.
 Erythroxyloae 240.
 Erythroxyton 240.
 Esche 259.
 Eschscholtzia 229.
 Esparsette 254.
 Espe 217.
 Etiolirte Pflanzen 78.
 Euastrum 97.
 Eucalyptus 250.
 Eucyclicae 208. 236.
 Eucyclische Blüthen 167.
 Eugenia 249.
 Eupatoriaceae 274.
 Eupatorium 274.
 Euphorbia 219. 220.
 —, Milchzellen 53.
 Euphorbiaceae 219.
 Euphorbium 220.
 Euphrasia 265.
 Eurhynchium 131.
 Eurotium 111.
 Evernia 114.
 Evonymus 241.
 Exidia 120.
 Exine 146. 150. 162.
 Exoascus 108.
 Exobasidium 120.
 Exogen 2.
 Exosporium 125.
 Fächer des Fruchtknotens 163.
 Fächerpalme 191.
 Fächerung der Zellen 33.
 Fagus 215.
 —, Blatt 9.
 —, Blattstellung 7.
 Fahne 253.
 Familien 92.
 Farbstoffe 31. 33. 66.
 Farne 135.
 —, Fibrovasalstränge 45.
 Farsetia 231.
 Faserstränge 40.
 Fatsia 245.
 Fäulnissbewohner 65. 133.
 Fegatella 128.
 Fehlschlagen 168.
 Feige 210.
 Felsenbirne 252.
 Fenchel 244.
 Fernambuchholz 254.
 Ferula 244.
 Festuca 194.
 Festucaceae 194.
 Fette 65.
 Feuchtigkeit 78.
 Feuerlilie 198.
 Feuerschwamm 121.
 Fibrovasalstränge 40.
 Fibrovasalsystem 39. 40.
 Ficaria 221.
 —, Blatt 8.
 Fichte 155.
 Ficus 210.
 —, mehrschichtige Epidermis 54.
 Fieberklee 260.
 Filament 159.
 Filices 134. 135.
 Filicinae 91. 134. 135.
 Fingerhut 265.
 Flachs 237.
 Flachsseide 262.
 Flächenständige Samenknospen 165.
 Flächenwachsthum der Zellohaut 26.
 Flechten 110. 113.
 —, Krystalle 33.
 Fleischfressende Pflanzen 67.
 Flieder 260.
 Fliegenfalle 234.
 Fliegenschwamm 121.
 Flockenblume 274.
 Florideen 96. 100.
 Flüchtige Oele 66.
 Flügel 240. 253.
 Flugbrand 116.
 Fluor 63.
 Fluviales 186.
 Föhre 155.
 Föniculum 244.
 Foliolum 12.
 Foliose Lebermoose 126.
 Folium 13.
 Folliculus 178.
 Fontinalis 131.
 —, Stammscheitel 60.
 Fortpflanzung 88.
 Fragaria 252.
 —, Ausläufer 16.
 Frangulinae 208. 241.
 Frauenschuh 204.
 Fraxinus 259.
 Freie Zellbildung 35.
 Fremdbestäubung 171.
 Fritillaria 198.
 Frondose Lebermoose 126.
 Froschbiss 188.
 Froschlöffel 188.
 Frostspalten 86.
 Frucht 175.
 — der Rhizocarpeen 141.
 Fruchtblätter 146. 151. 162.
 Fruchtknoten 147. 162.
 Fruchtkörper 94. 104. 109. 119.
 Fruchtschuppe 154.
 Frühjahrsholz 48.
 Frullania 129.
 Fuchsia 248.
 Fuchsschwanzgras 194.
 Fucus 99.
 Füllgewebe 51.
 Fumago 112.
 Fumaria 229.
 Fumariaceae 229.
 Funaria 131.
 Fungi 91. 102.
 Fungus Laricis 121.
 Funiculus 147.
 Fussstück 18.
 Gabelzweige 18.
 Gährungspilze 107.
 Gänseblümchen 274.
 Galactodendron 211.
 Galanga 201.
 Galanthus 199.
 Galbanum 222.
 Galeopsis 267.

- Galgantwurzel 201.
 Galium 270.
 Gallae halepenses 215.
 Gallertflechten 116.
 Gallertpilze 120.
 Gamopetal 158.
 Gamopetalae 208. 256.
 Gamophyll 158.
 Gamosepal 158.
 Garcinia 233.
 Gastromyceten 122.
 Gattung 92.
 Geaster 122.
 Gefäß 26. 27. 37. 42. 47. 49.
 Gefäßbündel 40.
 Gefäßkryptogamen 91. 132.
 Gefäßpflanzen 92.
 Gefüllte Blüten 161.
 Gekreuzte Blattstellung 4.
 Gekrümmte Samenknospen 147.
 Gelbe Rübe 244.
 Gemeinsame Wandung der Gewebezellen 36.
 Generationswechsel 88. 89.
 Genetische Spirale 5.
 Genista 229.
 Gentiana 233.
 Gentianeae 233.
 Genus 92.
 Gerade Samenknospen 147.
 Geraniaceae 236.
 Geranium 236.
 —, Blatt 11.
 Gerbstoffe 66.
 Germen 162.
 Gerste 195.
 —, Stärke 32.
 Geschlechtliche Fortpflanzung 88.
 Geschlossene Fibrovasalstränge 42.
 Gesneraceae 265.
 Getreide 194.
 Getüpfelte Gefäße 42.
 Geum 252.
 Gewebe 23. 36.
 Gewebeformen 38.
 Gewebesysteme 39.
 Gewürznelken 250.
 Giftmorchel 122.
 Ginkgo 153.
 Ginster 253.
 Gladiolus 199.
 Glandulae Lupuli 211.
 Glechoma 267.
 —, kriechender Stengel 16.
 Gleditschia 254.
 Gleicheniaceae 139.
 Glieder d. Pflanzenkörperst.
 Globoide 1. 30.
 Globularia 267.
 Globularieae 267.
 Glockenblume 268.
 Gloeocapsa 96.
 Glumaceae 186. 191.
 Glumae 192.
 Glycyrrhiza 253. 254.
 Gnetaceae 152. 157.
 Goldlack 231.
 Gonidien 113.
 Gossypium 235.
 —, Haared. Samenschale 56.
 Gräser 192.
 —, hohle Stengel 38.
 —, Kieselsäuregehalt 28.
 Gramineae 192.
 Granatapfel 250.
 Granne 192.
 Granulose 31.
 Graphideae 116.
 Graphis 116.
 Grasährchen 192.
 Grasähre 193.
 Grasrispe 193.
 Gratiola 265.
 Grenzzone 48.
 Grevillea 256.
 Griffel 164.
 Grimmia 131.
 Gruinales 208. 236.
 Grundgewebe 39. 50.
 Grundspirale 5.
 Guajacum 237.
 Guarana 239.
 Gummi 67.
 Gummibaum 210.
 Gummi Gutti 233.
 Gummiharz 54.
 Gurke 269.
 Guttapercha 257.
 Gymnadenia 203.
 Gymnospermen 91. 150.
 Gymnosporangieae 118.
 Gymnosporangium 118.
 Gymnostomum 131.
 Gynaeceum 146. 162.
 Gynandrae 186. 202.
 Gynostemium 202.
 Gyrophora 115.
 Haar 1. 21. 56.
 —, inneres 38.
 Habichtschwamm 121.
 Haematococcus 98.
 Haematoxylon 254.
 Hafer 194.
 Hagenia 251.
 Haidekraut 258.
 Hainbuche 214.
 Halbgräser 195.
 Hallimasch 121.
 Haloragideae 248.
 Hamamelideae 246.
 Hanf 211.
 Harzgänge 54.
 Haselnuss 177. 213.
 Haselwurz 217.
 Hauptwurzel 20. 149.
 Hausschwamm 121.
 Hauswurz 245.
 Hautschicht des Protoplasmas 28.
 Hautsystem 39. 54.
 Hedera 245.
 Hedysarum, Bewegung der Blättchen 83.
 Heidelbeere 259.
 Helianthemum 232.
 Helianthus 274.
 —, tuberosus, Knollen 16.
 Heliotropismus 78.
 Heliotropium 264.
 Helleboreae 225.
 Helleborus 225.
 —, Carpell 166.
 Helobiae 186.
 Helvella 113.
 Helvellaceen 113.
 Hemicyclische Blüten 167.
 Hepaticae 91. 126.
 Heracleum 244.
 Herbstholz 48.
 Herbstzeitlose 198.
 Hermaphrodite Blüten 149.
 Herniaria 223.
 Heteröcie 118.
 Heteromerische Flechten 113.
 Heterospore Gefäßkryptogamen 133. 134. 140. 144.
 Heterostylie 172.
 Hexenbesen 119.
 Hibiscus 235.
 Hickory 216.
 Himbeere 252.
 Hippocrepis 254.
 —, Blatt 11.
 Hippophae 256.
 Hippurideae 249.
 Hippuris 249.
 Hirschzunge 138.
 Hochblätter 14.
 Hohle Stengel 38.
 Holcus 194.
 Holler 260. 270.
 —, Farbstoff 33.
 Hollunder 270.
 Hollunderschwamm 120.
 Holz 42. 46.
 Holzfasern 42. 47.
 Holzkörper 42. 46.
 Holzparenchym 42. 47.
 Holzzellen 25. 28. 42.
 Homoeomerische Flechten 113. 116.
 Honiggras 194.
 Honigthau 112.

- Hopfen 244.
 Hopfenbuche 244.
 Hordeaceae 194.
 Hordeum 195.
 Hornklee 253.
 Hortensie 246.
 Hoya 261.
 Hüllchen 181.
 Hülle 181.
 Hüllkelch 181.
 Hüllspelzen 192.
 Hülse 178.
 Huflattich 274.
 Humulus 244.
 Humusbewohner 65.
 Hundspetersilie 244.
 Hutpilze 120.
 Hyacinthus 198.
 —, Zwiebel 16.
 Hybride Pflanzen 174.
 Hydнора 218.
 Hydnoceae 218.
 Hydneen 120.
 Hydnum 121.
 Hydrangea 246.
 Hydrilleae 188.
 Hydrocharideae 186. 188.
 Hydrocharis 188.
 Hydrocotyle 244.
 Hydrodictyeae 97.
 Hylocomium 131.
 Hymenium 110. 120.
 Hymenogastreen 122.
 Hymenomyceten 120.
 Hymenophyllaceae 138.
 Hymenophyllum 138.
 Hyoscyamus 263.
 —, Frucht 177.
 Hypericineae 232.
 Hypericum 233.
 Hyphen 103.
 Hypnum 131.
 Hypocotyles Glied 149.
 Hypoderma 50.
 Hypogyne Blüten 164.
 Hypogynae 209. 259.
 Hyssopus 266.
 Hysterium 113.

J
 Jacaranda 265.
 Jahresringe 48.
 Jahrestrieb 15.
 Jalapa 222. 261.
 Jasione 268.
 Jasmineae 260.
 Jasminum 260.
 Jateorrhiza 227.
 Iberis 230.
 Icica 239.
 Ignatia 260.
 Ilex 244.
 Illicineae 244.
 Illicieae 226.
 Illicium 226.
 —, Frucht 176.
 Immergrün 261.
 Impatiens 237.
 Imperatoria 244.
 Indigo 234. 253.
 Indigofera 253.
 Indusium 136.
 Inflorescenz 179.
 Infusorienerde 97.
 Ingwer 201.
 Insertion des Blattes 3.
 Integumente 147.
 Intercellularräume 38. 52. 54.
 Internodien 2. 76.
 Intine 146. 162.
 Intussusception 26.
 Inula 274.
 Inulin 33. 65.
 Involucellum 181.
 Involucrum 123. 128. 181.
 Jod 63. 68.
 Johannisbeere 246.
 Johannisbrod 254.
 Ipecacuanha 270.
 Ipomoea, windender Stengel 17.
 Irideae 199.
 Iris 199. 200.
 Isatis 231.
 Isländisches Moos 114.
 Isnardia 248.
 Isocarpeae 208. 256.
 Isoeteae 135. 145.
 Isoetes 145.
 Isomere Quirle 167.
 Isonandra 257.
 Isospore Gefässkryptogamen 133. 134.
 Judasbaum 254.
 Judenkirsche 263.
 Juglandaceae 215.
 Juglans 215.
 Juliflorae 207. 209.
 Juncaceae 197.
 Juncagineae 187.
 Juncus 197.
 Jungermannia 128.
 Jungermanniaceae 128.
 Juniperus 156.
 Jute 235.

K
 Kätzchen 183. 212.
 Kaffeebaum 270.
 Kahmpilz 108.
 Kaiserkrone 198.
 Kalium 63. 68.
 Kalksalze 68.
 Kalmus 190.
 Kamala 220.
 Kamille 274.
 Kammern d. Fruchtknotens 163.
 Kampher 228. 233.
 Kanalzellen 123. 133.
 Kapern 232.
 Kapsel 178.
 Kapuzinerkresse 237.
 Kapuzinerpilz 121.
 Kartoffel 263.
 —, Knolle 17. 48.
 —, Krankheit 107.
 —, Stärke 32.
 Kastanie 176. 215.
 Kaulfussia 139.
 Kautschuk 53. 54. 220.
 Keim 89.
 Keimblätter 14. 149.
 Keimwurzel 149.
 Kelch 157.
 Kern der Zelle 23. 29.
 — der Samenknospe 147.
 Kernholz 49.
 Kernkörperchen 29.
 Kernpilze 111.
 Kerria 250.
 Kiefer 155.
 —, Borke 58.
 Kieselguhr 97.
 Kieselsäure 28. 68.
 Kino 254.
 Kirsche 251.
 —, Farbstoff 33.
 Kirschgummi 52. 67.
 Kirschlorbeer 251.
 Klappen 192.
 Klappenspaltig 178.
 Klausen 164.
 Klee 253.
 —, Blatt 11.
 Klette 274.
 Kletterwurzeln 21.
 Klopstockia, Wachs 55.
 Knäuelgras 194.
 Knautia 272.
 Knoblauch 198.
 Knolle 17.
 Knospe 3. 14.
 Knospenkern 147.
 Knospenlage 12.
 Knospenschuppen 14.
 Knoten 3.
 Kobalt 63.
 Kockelskörner 227.
 Köleria 194.
 Köpfchen 180.
 Köpfchenhaare 56.
 Kohl 231.
 Kohlensäureaufnahme 63.
 Kohlenstoff 62. 63.
 Kohlrübe 231.
 Kolben 180.
 Kopfkohl 231.
 Kopfsalat 274.
 Koriander 244.
 Kork 57.

- Korkeiche 245.
 Kornblume 274.
 Kossoblüthen 254.
 Krähenaugen 260.
 Kräuter 449.
 Krameria 254.
 Krapp 270.
 Kreise der Blüthe 167.
 Kreuzdorn 244.
 Kreuzung 174.
 Krone 158.
 Krummholzkiefer 155.
 Krustenflechten 115.
 Kryptogamen 92.
 Krystalle 32.
 Krystalloide 29.
 Küchenzwiebel 198.
 Kümmel 244.
 Künstliche Systeme 90.
 Kürbis 179. 269.
 Kuhbaum 244.
 Kupfer 63. 69.
 Kurztrieb 15.

 Labellum 201. 202.
 Labiatae 266.
 Labiatiflorae 209. 264.
 Lacmus 114.
 Lactarius 121.
 Lactuca 274.
 Lacunen 38.
 Lärche 155.
 —, Borke 58.
 Laichkraut 187.
 Lamina 8.
 Laminaria 99.
 Lamium 267.
 Langtrieb 15.
 Lappa 274.
 Larix 155.
 Laserpitium 244.
 Lateralschnitt 170.
 Lathraea 265.
 Lathyrus 254.
 Latiseptae 231.
 Laubblätter 13.
 Laubflechten 114.
 Laubmoose 91. 126. 129.
 Lauch 198.
 Laurineae 227.
 Laurus 228.
 Lavandula 266.
 Lavendel 266.
 Lebensbaum 156.
 Lebensdauer d. Blätter 12.
 Lebermoose 91. 126.
 Lecanora 115.
 Lecideaceen 115.
 Legumen 178.
 Leguminosae 208. 252.
 Leimzotten 57.
 Lein 237.
 Leinsamen 28. 237.

 Lemna 187.
 Lemnaceae 186. 190.
 Lentibularieae 265.
 Lenticellen 58.
 Lenzites 122.
 Leuce 216.
 Leuchten 71.
 Leucobryum 131.
 Leucodon 131.
 Leucojum 199.
 Levisticum 244.
 Levkoje 231.
 Libriformfasern 47.
 Lichen islandicus 114.
 Lichenes 113.
 Lichtwirkungen 86.
 — auf das Wachsthum 78.
 Liebesapfel 263.
 Ligeria 265.
 Ligula 8.
 Liguliflorae 274.
 Ligustrum 259.
 Liliaceae 197.
 Liliae 198.
 Liliiflorae 186. 196.
 Lilium 198.
 —, Staubfaden 160.
 —, Fruchtknoten 165.
 Limbus 159.
 Linaria 265.
 Linde 234.
 —, Bast 50.
 Lineae 237.
 Linksläufige Spirale 7.
 Linnaea 271.
 Linné 90. 93.
 Linse 254.
 Linum 237.
 Liriodendron 226.
 —, Knospen 14.
 Lithium 63. 68.
 Lithospermum 264.
 Litorella 268.
 Livistona 191.
 Lobelia 269.
 Lobeliaceae 268.
 Loculicid 178.
 Löffelkraut 231.
 Löwenmaul 265.
 Löwenzahn 274.
 —, Milchsaft 53.
 Loganiaceae 260.
 Lohblüthe 108.
 Lolch 194.
 Lolium 194.
 Lomentaceae 232.
 Lonicera 271.
 —, Blatt 10.
 Lophophytum 218.
 Loranthaceae 218.
 Loranthus 219.
 Lorbeer 228.
 Lotosblume 227.

 Lotus 253.
 Luftlücken 38.
 Lufträume 75.
 —, d. Wasserpflanzen 75. 87.
 Luftwurzeln 21.
 Lupinus 253.
 Luzerne 253.
 —, Blatt 11.
 Luzula 197.
 Lychnis 223.
 —, Kronenblatt 159.
 Lycium 263.
 —, Bau der Stränge 45.
 Lycoperdaceen 122.
 Lycoperdon 122.
 Lycopersicum 263.
 —, Farbstoff der Frucht 31.
 Lycopodiaceae 134. 143.
 Lycopodinae 91. 134. 143.
 Lycopodium 144.
 Lycopsis 264.
 Lygodium 139.
 Lysimachia 257.
 Lythrarieae 249.
 Lythrum 249.

 Macis 227.
 Maclura 210.
 Macrocytis 99.
 Männliche Blüthen 149.
 Männliche Zellen 88.
 Magnesium 63. 68.
 Magnolia 226.
 Magnoliaceae 226.
 Magnolieae 226.
 Majanthemum 13. 198.
 Maiglöckchen 198.
 Majoran 266.
 Mais 193.
 —, Frucht 184.
 Makrosporangien 134. 140. 144.
 Makrosporen 133. 140. 144.
 Malva 235.
 Malvaceae 235.
 Malzbereitung 71.
 Mamillaria 247.
 Mammuthbaum 156.
 Mangrove 249.
 Mandel 179.
 Mandelbaum 250.
 Mangan 63.
 Manglesia 256.
 Manihot 220.
 Mannaesche 260.
 Maranta 202.
 Marasmius 122.
 Marattia 139.
 Marattiaceae 139.
 Marchantia 128.
 Marchantieae 127.
 Mark 41. 51.
 Ma kkrone 46.

- Markscheide 46.
 Markstrahlen 49.
 Markverbindungen 41.
 Marsilia 141.
 Marsiliaceae 141.
 Massholder 240.
 Mastix 239.
 Matico 209.
 Matricaria 274.
 Matthiola 231.
 Mauerpfeffer 245.
 Maulbeerbaum 210.
 Maximum 84.
 Mechanische Wirkungen d.
 Lichts 87.
 Mediane des Blattes 7.
 Medianschnitt der Blüthe
 170.
 Medicago 233.
 —, Blatt 11.
 Meerrettig 231.
 Mehlthau 111.
 Mehrjährige Pflanzen 149.
 Meisterwurz 244.
 Melaleuca 250.
 Melampsora 118.
 Melampsoreae 118.
 Melampyrum 265.
 Melandryum 223.
 Melanophyceen 95. 98.
 Melanthaceae 197.
 Meliaceae 238.
 Melilotus 253.
 —, Fruchtknoten 162.
 Melissa 266.
 Melone 269.
 Melonenbaum 247.
 Melosira 97.
 Membran 23. 26.
 Menispermaceae 227.
 —, Strangverlauf 206.
 Mentha 266.
 Menyanthes 260.
 Mercurialis 220.
 Mericarpium 176. 243.
 Meristem 39.
 Merulius 121.
 Mesembryanthemum 223.
 Mesocarp 176.
 Mesophyll 8.
 Mespilus 252.
 Metrosideros 250.
 Metzgeria 128.
 Micranthae 186. 189.
 Micrococcus 105.
 Mikropyle 147.
 Mikrosporangien 134. 140.
 144.
 Mikrosporen 133. 140. 144.
 Milchsaftgefäße 53.
 Milchzellen 53.
 Miliun 194.
 Mimosa 255.
 Mimosa, Bewegungen der
 Blätter 82.
 Mimoseae 254.
 Mimulus 265.
 Minimum 84.
 Minze 266.
 Mirabilis 222.
 Mispel 252.
 Mistel 218.
 Mittellamelle 36.
 Mohn 228.
 —, Frucht 177.
 —, Milchsaft 53. 54.
 Molinia 194.
 Monadelphie Staubfäden 161.
 Monocarpische Blüthen 163.
 Monocarpische Pflanzen 149.
 Monochlamydeae 207. 217.
 Monocotyledonen 91. 150.
 183.
 —, Fibrovasalstränge 44.
 Monoecische Blüthen 149.
 Monomere Fruchtknoten
 163.
 Monopodium 18.
 Monosymmetrisch 170.
 Monotropa 258.
 Monotropeae 258.
 Montia 223.
 Moosblüthen 123.
 Moose 122.
 Morchella 113.
 Moreae 210.
 Morus 210.
 Mougeotia 97.
 Mucor 106.
 Mundbesatz 130.
 Musa 201.
 Musaceae 200.
 Muscari, Achselknospen 14.
 Muscatblüthe 227.
 Muscatnuss 227.
 Musci 91. 126. 129.
 Muscineen 91. 122.
 Mutterkorn 112.
 Mutterzelle 33.
 Mycelium 103.
 Myosotis 264.
 Myosurus 224.
 Myrica 216.
 —, Wachsabscheidung 55.
 Myricaria 233.
 Myricaceae 216.
 Myriophyllum 248.
 Myristica 227.
 Myristiceae 227.
 Myroxylon 254.
 Myrrha 239.
 Myrsineae 257.
 Myrtaceae 249.
 Myrtiflorae 208. 248.
 Myrtus 249.
 Myxomyceten 105. 108.
 Nabelstrang 147.
 Nachtschatten 263.
 Nachtstellung 82.
 Nadelhölzer 153.
 —, Harz 54.
 —, Holzzellen 37. 47.
 —, Krystalle 33.
 —, Quirläste 3.
 Nagel 159.
 Naiadeae 187.
 Naias 187.
 Namen der Pflanzen 92.
 Narbe 165.
 Narcissus 199.
 Nardus 194.
 Narren der Pflaumen 198.
 Nasturtium 231.
 Nath 147.
 Natrium 63. 68.
 Natürliches System 90.
 Navicula 97.
 Nebenblätter 8.
 Nebenkrone 159.
 Nebenproducte des Stoff-
 wechsels 66.
 Nebenwurzeln 21.
 Neckera 131.
 Nectarien 57. 166.
 Nectria 112.
 Nelke 223.
 Nelumbieae 227.
 Nelumbium 227.
 Nemalion 100.
 Neottia 203.
 Nepentheae 234.
 Nepenthes 234.
 Nepeta 267.
 Nerium 261.
 Nervatur 8.
 Netzförmige Verdickung 27.
 Netzgefäße 42.
 Neuseeländischer Flachs
 198.
 Nickel 63.
 Nicotiana 263.
 —, Blüthe 158.
 Nicotiana, Fruchtknoten
 166.
 Nidularieae 122.
 Niederblätter 13.
 Nieswurz 225.
 Nigella 225.
 Nitella 101.
 Nopalea 247.
 Nostoc 96. 113.
 Notorrhizeen 231.
 Nucamentaceae 231.
 Nucleus 147.
 Nuphar 226.
 Nuss 177.
 Nutationen 80.
 Nux 177.
 Nyctagineae 222.

- Nymphaea 226.
 —, Lacunen 38.
 Nymphaeaceae 226.
 Nymphaeinae 226.

Oberhaut 54.
 Oberständiger Fruchtknoten 164.
 Ochrea 221.
 Ocymum 266.
 Oedogonieae 95. 99.
 Oedogonium 34. 99.
 Oeffnen der Blüthen 81.
 Ölbaum 259.
 Öle 62.
 Ölpalme 191.
 Ölstriemen 243.
 Oenanthe 244.
 Oenothera 248.
 Offene Fibrovasalstränge 42.
 Oidium 111.
 Olea 259.
 Oleaceae 259.
 Oleander 234.
 Olibanum 239.
 Onagraceae 248.
 Oncidium 204.
 Onobrychis 254.
 Ononis 253.
 Oogonium 95. 107.
 Oospore 89. 95. 107.
 Ophioglosseen 139.
 Ophioglossum 140.
 Opbrys 203.
 Opium 54. 229.
 Opponirte Stellung 5.
 Optimum 84.
 Opuntia 247.
 Opuntinae 208. 247.
 Orange 179. 238.
 —, Öllücken 54.
 Orchideae 202.
 —, Luftwurzeln 21.
 Orchis 203.
 Ordines 92.
 Ordnungen 92.
 Organe 1.
 Organische Stoffe 62.
 Origanum 266.
 Orobanche 265.
 Orobancheae 265.
 Orobus 254.
 Orthoploceen 231.
 Orthospermeen 243.
 Orthostiche 4.
 Orthotrichum 131.
 Orthotrope Samenknospen 147.
 Oryza 193.
 Oryzeae 193.
 Oscillaria 96.
 Osmunda 139.
 Osmundaceae 139.

 Ostrya 214.
 Oxalideae 237.
 Oxalis 237.
 —, Bewegung der Blättchen 82.
 —, Trimorphismus 173.
 Oxalsaurer Kalk 32. 67.
 Oxycedrus 156.

Paesia 226.
 Paeonieae 226.
 Palea der Gräser 192.
 —, der Compositen 274.
 Paleae der Farne 136.
 Palisanderholz 265.
 Pallisadenparenchym 54.
 Palmae 190.
 Palmellaceen 98. 113.
 Palmen 190.
 —, Blätter 185.
 Palmenöl 191.
 Panamahüte 191.
 Pandaneae 190.
 Pandanus 190.
 Pandorina 98.
 Paniceae 193.
 Panicoideae 193.
 Panicula 183.
 Panicum 193.
 Papus 121.
 Papaver 228.
 —, Frucht 177.
 Papaveraceae 228.
 Papayaceae 247.
 Papiermaulbeerbaum 210.
 Papilionaceae 252.
 Pappel 216.
 —, Knospen 14.
 Pappus 271. 273.
 Papyrus 195.
 Paracorolla 159.
 Paraguaythee 241.
 Paranuss 250.
 Paraphysen 110. 119. 123. 137.
 Parasiten 65. 103.
 Parasolschwamm 121.
 Parastichen 6.
 Parenchym 38. 66.
 Parenchymstrahlen 49.
 Parietaria 210.
 Paris 185. 199.
 —, Staubfaden 160.
 Parmelia 115.
 Parnassia 246.
 Paronychia 223.
 Paronychieae 222.
 Passiflora 247.
 Passifloreae 247.
 Passiflorinae 208. 247.
 Passionsblume 247.
 Pastinaca 244.
 Patchouly 266.

 Paulinia 239.
 Paulownia 265.
 Pedicularis 265.
 Pedunculus 157.
 Pelargonium 236.
 Pellia 128.
 Pelorien 171.
 Peltigera 115.
 Penicillium 111.
 Pentstemon 265.
 Peperomia 209.
 —, mehrschichtige Epidermis 54.
 Perianthium 123. 128. 146. 157.
 Pericambium 45.
 Pericarpium 176.
 Periderm 57.
 Perigon 146. 157.
 Perigyne Blüthen 164.
 Periode des Wachstums 77.
 Perisperm 175.
 Peristom 130.
 Perithecium 111. 113.
 Perlgras 194.
 Peronospora 107.
 Peronosporae 105. 107.
 Persica 250.
 Pertusaria 106.
 Perubalsam 254.
 Perückenstrauch 239.
 Petala 158.
 Petasites 274.
 Petersilie 244.
 Petiolus 8.
 Petroselinum 244.
 Peziza 35. 113.
 Pezizazeen 113.
 Pfaffenkäppchen 241.
 Pfahlwurzel 20.
 Pfeffer 209.
 —, spanischer 263.
 Pfefferminze 266.
 Pfeilkraut 188.
 Pfingstrose 226.
 Pfirsich 250.
 Pflaume 179. 251.
 Phacidiaceen 113.
 Phajus 204.
 Phalarideae 193.
 Phalaris 190.
 Phalloideen 122.
 Phallus 122.
 Phanerogamen 91. 115.
 Phascaceae 130.
 Phascum 130.
 Phaseolus 254.
 Phegopteris 131.
 Phellogen 57.
 Philadelphae 246.
 Philadelphus 246.
 Philodendron 190.

- Phleum 194.
 Phloem 41. 42. 50.
 Phloemparenchym 42.
 Phlox 262.
 Phoenix 194.
 Phormium 198.
 Phosphor 63. 67.
 Phosphorescenz 71.
 Phosphorsäure 67.
 Phragmidium 118.
 Phragmites 194.
 Phucagrostis 187.
 Phycochromaceae 96. 113. 116.
 Phycomyceten 104.
 Phyllades 13.
 Phyllanthus 220.
 —, blattartige Zweige 17.
 Phyllocactus 247.
 Phyllocladus 153.
 Phyllodium 255.
 Phylloglossum 144.
 Physalis 263.
 Physostigma 246.
 Phytelphas 191.
 Phyteuma 268.
 Phytolacca 222.
 —, Strangverlauf 206.
 Phytolaccaceae 222.
 Phytophthora 107.
 Picea 155.
 Pili 21.
 Pilularia 144.
 Pilze 91. 102.
 Pimpernuss 241.
 Pimpinella 244.
 Pinaster 155.
 Pinguicula 266.
 Pinie 155.
 Pinnularia 97.
 Pinus 155.
 —, Keimung 148.
 Piper 209.
 —, Perisperm 175.
 Piperaceae 209.
 —, Strangverlauf 206.
 Piperinae 207. 209.
 Pirula 258.
 Pirulaceae 258.
 Pirus 252.
 Pisang 201.
 Pistacia 239.
 —, Blatt 11.
 Pistia 189.
 Pistiaceen 189.
 Pisum 254.
 —, Blatt 9.
 Pisum, Frucht 177.
 Pittosporeae 244.
 Pittosporum 244.
 Placenta 165.
 Plagiochila 128.
 Plantagineae 267.
 Plantago 93. 267.
 Plasmodium 108.
 Plataneae 212.
 Platanus 212.
 —, Borke 58.
 Platte 159.
 Pleomorphismus 104.
 Pleospora 112.
 Pleurocarpische Moose 131.
 Pleurococcus 98.
 Pleurorrhizeen 231.
 Plocamium 100.
 Plumbagineae 257.
 Plumbago 257.
 Plumula 149.
 Poa 194.
 Poaeoideae 193.
 Podium 18.
 Pogostemon 266.
 Polemoniaceae 262.
 Polemonium 262.
 Pollen 146. 150.
 Pollenbildung 34.
 Pollenkörner 89. 146. 150. 162.
 Pollenmassen 162.
 Pollensäcke 146. 150. 161.
 Pollenschlauch 147. 162.
 Pollinodium 109.
 Polycarpicae (Monocotyledonen) 186. 187.
 Polycarpicae (Dicotyledonen) 208. 224.
 Polycarpische Blüten 162.
 Polycarpische Pflanzen 149.
 Polychasium 19.
 Polygala 240.
 Polygaleae 240.
 Polygam 149.
 Polygoneae 221.
 Polygoninae 208. 221.
 Polygonum 221.
 Polymere Fruchtknoten 162.
 Polypodiaceae 138.
 Polypodieae 138.
 Polypodium 138.
 Polyporeen 121.
 Polyporus 121.
 Polysymmetrische Blüte 170.
 Polytrichum 131.
 Pomaceae 252.
 Pontederiaceae 199.
 Populus 216.
 Porenkapsel 178.
 Porre 198.
 Portulaca 223.
 Portulacaceae 223.
 Potamogeton 187.
 Potamogetoneae 187.
 Potentilla 252.
 —, Aussenkelch 159.
 Poterium 251.
 Praefoliation 12.
 Praeventivsprosse 15.
 Preisselbeere 259.
 Primäre Rinde 50.
 Primärer Bast 46.
 Primäres Holz 46.
 Primordialschlauch 28.
 Primordialzellen 25.
 Primula 257.
 —, Dimorphismus 172.
 Primulaceae 256.
 —, Placenta 166.
 Primulinae 208. 256.
 Promycelium 118.
 Prophylla 157.
 Prosenchym 38.
 Protandrisch 172.
 Protea 256.
 Proteaceae 256.
 Proteinkörner 30. 66.
 Proteinstoffe 65.
 Prothallium 132. 135. 151.
 Protogyn 172.
 Protonema 125.
 Protoplasma 23. 28.
 Prunus 250.
 —, spinosa, Dorn 17.
 Pseudopodium 129.
 Psilotum 144.
 Ptelea 238.
 Pterideae 138.
 Pteris 138.
 Pterocarpus 254.
 Ptilophyllum 137.
 Puccinia 118.
 Puccinieae 118.
 Pulmonaria, Dimorphismus 172.
 Punica 250.
 Pycniden 110.
 Pyrenomyceten 111.
 Pyrethrum 274. 275.
 Pyxidium 178.
 Quassia 239.
 Quecke 194.
 Quercus 214.
 Quirl 2. 3.
 Quitte 252.
 Quittenschleim 28.
 Racemöse Verzweigung 19. 180.
 Racemus 180.
 Radicula 149.
 Radula 129.
 Rafflesia 218.
 Rafflesiaceae 218.
 Rainfarn 274.
 Ramalina 114.
 Ramié 210.

- Randständige Samenknospen 165.
 Ranken 12. 16. 80.
 Ranunculaceae 224.
 Ranunculus 224.
 Raps 231.
 Ratanhiawurzel 254.
 Raute 238.
 Reboulia 128.
 Receptaculum 136.
 Rechts und links 7.
 Regelmässige Blüthen 170.
 Reihen 92.
 Reis 193.
 Reizbewegungen 82.
 Rennthierflechte 114.
 Reseda 232.
 Resedaceae 232.
 Reservestoffe 65.
 Restiaceen 196.
 Rettig 232.
 Revolute Nutation 80.
 Rhabarber 221.
 Rhamneae 241.
 Rhamnus 241.
 — cathartica, Blattstellung 5.
 — —, Verzweigung 20.
 — Frangula, Knospen 20.
 Rhabanus 232.
 Rhaphe 147.
 Rhaphiden 32.
 Rheum 221.
 —, Fruchtknoten 166.
 Rhinanthus 265.
 Rhipsalis 247.
 Rhizanthaeae 207. 217.
 Rhizocarpeae 134. 140.
 Rhizocarpon 115.
 Rhizom 17.
 Rhizomorpha 121.
 Rhizophora 249.
 Rhododendron 258.
 Rhodoraceae 258.
 Rhodotypus 250.
 Rhus 239.
 Rhytisma 113.
 Ribes 246.
 Ribesiaceae 246.
 Riccia 127.
 Riccieae 127.
 Richardia 190.
 Ricinus 220.
 —, fettes Oel 30.
 —, Staubfaden 161.
 Riedgras 196.
 Riefen 142. 243.
 Rillen 142.
 Rinde 41. 50.
 Rindendruck 81.
 Rindenporen 58.
 Ring 137. 142.
 Ringelborke 58.
 Ringförmige Verdickung 27.
 Ringgefässe 42.
 Rispe 183.
 Rispengras 194.
 Rittersporn 226.
 Rivularia 96.
 Robinia 254.
 —, Bewegung der Blättchen 82.
 Roccella 114.
 Röhre der Blumenkrone 159.
 Röstelia 118.
 Roggen 194.
 —, Stärke 32.
 Rohrkolben 191.
 Rohrzucker 33.
 Rosa 250.
 Rosaceae 251.
 Rosenkohl 231.
 Rosiflorae 208. 250.
 Rosmarinus 266.
 Rosskastanie 239.
 Rostellum 202.
 Rostpilze 116.
 Rotation des Protoplasmas 29.
 Rothbuche 215.
 Rothe Rübe 222.
 Rother Schnee 98.
 Rothtanne 155.
 Rottlera 220.
 Rubia 270.
 Rubiaceae 269.
 Rubus 252.
 —, Stachel 21.
 Ruchgras 193.
 Rüben 21.
 Rübenkohl 231.
 Rüster 211.
 Rumex 221.
 Runkelrübe 33. 222.
 Ruscus 198.
 —, blattartige Zweige 17.
 Russbrand 116.
 Russthau 112.
 Ruta 238.
 Rutaceae 237.
 Ruteae 238.
 Sabadilla 199.
 Sabina 156.
 Saccharomyces 108.
 Saccharomyceten 105. 107.
 Saccharum 193.
 Säulchenflechte 114.
 Säuren 33. 62. 66.
 Saflor 274.
 Safran 199.
 Sagina 223.
 Sagittaria 188.
 Sago 191.
 Sagus 191.
 Salbei 266.
 Salbei, Staubfaden 160.
 Salep 204.
 Salicineae 216.
 Salix 216.
 —, Bastarde 174.
 —, Blatt 9.
 Salpetersaure Salze 67.
 Salsola 222.
 Salvia 266.
 —, Staubfaden 160.
 Salvinia 140.
 Salviniaceae 140.
 Sambucus 270.
 —, Krone 158.
 Same 91. 145. 175. 179.
 Samenknospe 146. 147. 165.
 Samenlappen 149.
 Samenmantel 149.
 Samenschale 145. 149.
 Sammelfrucht 176.
 Sandarac 157.
 Sanddorn 256.
 Sandelholz 218.
 Sanguis draconis 191.
 Sanguisorba 251.
 Sanguisorbeae 251.
 Santalaceae 218.
 Santalinae 207. 218.
 Santalum 218.
 Sapindaceae 239.
 —, Strangverlauf 206.
 Sapindus 239.
 Saponaria 223.
 Sapoteae 257.
 Saprolegnieae 105. 106.
 Sarothamnus 253.
 Saprophyten 65. 103.
 Sarracenia 234.
 Sarraceniaceae 234.
 Sarsaparilla 199.
 Sassafras 228.
 Satureia 266.
 Saubohne 254.
 Sauerampfer 221.
 Sauerdorn 227.
 Sauerklee 237.
 Sauerstoff 63.
 —, Aufnahme 70.
 Saugwurzeln 21.
 Saum 159.
 Saxifraga 245.
 —, Fruchtknoten 162.
 Saxifragaceae 245.
 Saxifraginae 208. 245.
 Scabiosa 272.
 Scammonium 261.
 Scapus 180.
 Schachtelhalme 142.
 —, hohle Stengel 38.
 —, Kieselsäure 28.
 Schafgarbe 274.
 Schaft 180.
 Schalotte 198.

- Scheibenpilze 113.
 Scheide 8.
 Scheinaxe 18. 19.
 Scheindolde 182.
 Scheinfrucht 175.
 Scheinquirl 3.
 Scheitel 1.
 Scheitelzelle 59.
 Scheuchzeria 187.
 Schichtungd. Zellhaut 27. 31.
 Schierling 244.
 Schiffchen 253.
 Schildchen 183.
 Schilf 194.
 Schimmelpilze 103. 110.
 Schizaeaceae 139.
 Schizomyceten 104. 105.
 Schläuche 52.
 Schlafende Knospen 14.
 Schlauch der Pilze 35. 109.
 — der Carexfrucht 196.
 Schlehdorn 17.
 Schleierchen 136.
 Schleim 52.
 Schleimpilze 108.
 —, Krystalle 32.
 Schleuderzellen 124.
 Schliessen der Blüthen 81.
 Schliessfrüchte 177.
 Schliesszellen 55.
 Schlingende Stämme 16. 17.
 Schlingpflanzen 80.
 Schlüsselblume 257.
 Schmarotzer 65. 103.
 Schneckenklee 253.
 Schneeball 270.
 Schneebeere 271.
 Schneeglöckchen 199.
 Schnittlauch 198.
 Schöllkraut 228.
 Schötchen 230.
 Schote 178. 230.
 Schraubel 19. 182.
 Schuppen 13.
 Schuppenborke 58.
 Schuppenwurz 265.
 Schutzscheide 51.
 Schwärmzellen 34. 94. 95.
 Schwärmsporen 103.
 Schwammparenchym 51.
 Schwarzkiefer 155.
 Schwarzwurzel 274.
 —, Milchsaft 53.
 Schwefel 63. 67.
 Schwerkraft 79. 87.
 Schwertlilie 199.
 Schwingelgras 194.
 Scilla 198.
 Scirpeen 195.
 Scirpus 195.
 Scitamineae 186. 200.
 Scleranthus 223.
 Sclerotium 112.
 Scolopendrium 138.
 Scorodosma 244.
 Scorzonera 274.
 Scrophularia 265.
 Scrophularineae 264.
 Scutellaria 267.
 Scutellum 183.
 Secale 194.
 Secale cornutum 112.
 Secundärer Bast 46. 50.
 Secundäres Holz 46.
 Secundäre Rinde 50.
 Sedum 245.
 Seegrass 187. 196.
 Seerose 226.
 Segment 60.
 Seidelbast 255.
 Seifenwurzel 223.
 Seitenwurzeln 21.
 Seitliche Blüthen 169.
 Selaginella 133. 144.
 Selaginelleae 134. 144.
 Selbstbestäubung 171.
 Seleri 244.
 Sempervivum 245.
 Senecio 274.
 Senecionideae 274.
 Senegalgummi 255.
 Senegawurzel 240.
 Senf 231.
 Sennesblätter 254.
 Sepala 157.
 Septicid 178.
 Septifrag 178.
 Series 92.
 Serpentariae 207. 217.
 Setae 21.
 Sexuelle Fortpflanzung 88.
 Sherardia 270.
 Siebplatten 37.
 Siebröhren 42.
 Silene 223.
 Sileneae 223.
 Siler 244.
 Silicium 63. 68.
 Silicula 230.
 Siliculosae 231.
 Siliqua 178. 230.
 Siliquosae 231.
 Simarubeae 238.
 Simultane Quirl 2.
 Sinapis 231.
 Sinnpflanze 255.
 Siphoneae 96. 101.
 Siphonia 220.
 Sisymbrieae 231.
 Sisymbrium 231.
 Sklerenchym 38. 50. 52.
 Smilax 198.
 Solanaceae 262.
 Solanum 263.
 Sommersporen 117.
 Sonnenrose 274.
 Sonnentau 234.
 Sophora 254.
 Sorbus 252.
 Soredien 113. 114.
 Sorus 136.
 Spadiciflorae 186. 189.
 Spadix 180. 189.
 Spaltöffnungen 55. 72. 75.
 Spanischer Pfeffer 263.
 Spannungen 78.
 Sparganium 191.
 Spargel 198.
 Spatha 180. 189.
 Species 92.
 Specularia 268.
 Spelz 195.
 Spelzen 192.
 Spergula 223.
 Spermatien 103. 109.
 Spermatozoiden 88. 95. 123.
 133.
 Spermogonien 103. 109. 117.
 Sphacelaria 99.
 Sphaerella 112.
 Sphaeria 112.
 Sphaerophorus 114.
 Sphagnaceae 129.
 Sphagnum 129.
 Spica 180.
 Spicula 192.
 Spiegelfasern 49.
 Spilanthus 274.
 Spinacia 222.
 Spinae 12. 16.
 Spinat 222.
 Spiraea 250.
 Spiraeaceae 250.
 Spirale der Blattstellung 5.
 Spiralgefässe 42.
 Spiralige Verdickung 27.
 Spirillum 105.
 Spirogyra 35. 36. 97.
 Spirolobeen 231.
 Spirre 183.
 Splint 49.
 Sporangien 106. 107. 108.
 134. 137.
 Sporen 88. 103. 125. 134.
 Sporenbildung 34.
 Sporeidie 118.
 Sporogonium 123.
 Spreite 8.
 Spreublätter 272. 274.
 Spreuschuppen 56. 136.
 Springfrüchte 177.
 Spross 2.
 Squamae 13.
 Stachelbeere 246.
 Stacheln 21.
 Stachys 267.
 Stärke 31. 62. 64. 65.
 Stärkecellulose 31.
 Stärkekörner 31.

- Stamina 159.
 Staminodien 161.
 Stamm 2. 14.
 Stammeigene Stränge 41.
 Stammranken 16.
 Stapelia 261.
 Staphylea 241.
 Staphyleaceae 241.
 Statice 257.
 Staubbeutel 159.
 Staubblätter 146. 150. 151. 159.
 Staubfäden 146. 159.
 Staubgefäße 146. 159.
 Staubkolben 159.
 Staubpilze 122.
 Stauden 149.
 Staurastrum 97.
 Stechapfel 263.
 Stechpalme 241.
 Steinbrech 243.
 Steinklee 253.
 Steinfrucht 179.
 Steinpilz 121.
 Steinzellen 52.
 Stellaria 223.
 Stellungsverhältnisse der Blüthentheile 166.
 Stengel 15.
 Stengelglied 2.
 Sterculiaceae 235.
 Stereum 120.
 Sterigma 103. 120.
 Sternanis 176. 226.
 Stickstoff 63. 67.
 Sticta 115.
 Stiel 8.
 Stielchen 12.
 Stigeoclonium 34.
 Stigma 165.
 Stinkbrand 116.
 Stipa 194.
 Stipeae 194.
 Stipulae 8.
 Stoffwechsel 65.
 Stolones 15.
 Stränge 40.
 Strangscheide 51.
 Stratiotes 188.
 Stratiotideae 188.
 Strauch 149.
 Strauchflechten 114.
 Streifung der Zellhaut 27.
 Strobili Lupuli 211.
 Strobilus 155.
 Stroma 111.
 Strontium 63.
 Strychnos 260.
 —, Same 175.
 Stützblatt 3.
 Stylus 164.
 Styraceae 257.
 Styra 257.
 Subgenus 92.
 Succedane Quirl 2.
 Succisa 272.
 Süßholz 253.
 Sumach 239.
 Summitates Sabinae 156.
 Sumpfcypresse 156.
 Sumpfdotterblume 225.
 Superponirte Quirle 5.
 Swietenia 238.
 Symmetrie der Blüthe 166. 170.
 — des Blattes 7.
 Symphoricarpus 271.
 Sympodium 18. 19.
 Syncarpes Gynaeceum 163.
 Syncarpium 176.
 Synchytrium 106.
 Synonym 93.
 Syringa 260.
 —, Verzweigung 20.
 Tabak 263.
 Taccaceae 200.
 Taeda 155.
 Tagstellung 82.
 Tamarindus 254.
 Tamariscineae 233.
 Tamarix 233.
 Tanacetum 274.
 Tanne 155.
 Tannenwedel 249.
 Tapioca 220.
 Taraxacum 274.
 —, Blütenfarbstoff 31.
 Taschen der Pflaumen 108.
 Taubenessel 267.
 Tausendguldenkraut 260.
 Taxineen 153.
 Taxodium 156.
 Taxus 153.
 Teakbaum 267.
 Tectona 267.
 Teleutosporen 117.
 Terebinthaceae 239.
 —, Harzgänge 54.
 Terebinthina 155.
 Terebinthinae 208. 237.
 Terminalknospe 3.
 Ternströmiaceae 233.
 Terpentinöl 155.
 Terra Orellana 232.
 Tetradyname Staubfäden 161. 230.
 Tetraxis 131.
 Tetrasporen 100.
 Teucrium 267.
 Thalictrum 224.
 Thallophyten 91. 93.
 Thallus 1. 22.
 Thaubeere 259.
 Thea 233.
 Theilfrucht 176.
 Theilungsgewebe 39.
 Thelephoreen 120.
 Theobroma 235.
 Theoretisches Diagramm 168.
 Thesium 218.
 Thlaspi 231.
 —, Blatt 10.
 Thuja 156.
 Thuidium 131.
 Thyllen 37.
 Thymelaeaceae 255.
 Thymelaeinae 208. 255.
 Thymian 266.
 Thymus 266.
 Tilia 234.
 —, Staubfaden 160.
 Tiliaceae 234.
 Tilletia 116.
 Tmesipteris 144.
 Tochterzelle 33.
 Toddalieae 238.
 Toifeldia 117.
 Tollkirsche 263.
 Tonkabohne 254.
 Torfmoose 129.
 Torsionen 80.
 Torus 157.
 Toxicodendron 239.
 Tracheen 42.
 Tracheiden 47.
 Tradescantia 196.
 Tragantgummi 67. 254.
 Tragblatt 3.
 Tragopogon 274.
 Trama 119. 122.
 Trametes 121.
 Transitorische Stärkebildung 66.
 Transpiration 72.
 Trapa 248.
 Traube 180.
 Traubenkirsche 251.
 Traubenkrankheit 111.
 Traubenzucker 33.
 Tremella 120.
 Tremellinen 120.
 Treppenförmige Verdickung 27.
 Treppengefäße 42.
 Trespe 194.
 Tribus 92.
 Trichia 108.
 Trichogyne 100. 109. 113.
 Trichom 21.
 Trichomanes 138.
 Tricoccae 207. 219.
 Trientalis 257.
 Trifolium 253.
 —, Blatt 11.
 Triglochin 187.
 Trigonella 253.
 Triticum 194.

- Trockensubstanz 62.
 Trollius 225.
 Tropaeoleae 237.
 Tropaeolum 237.
 Trüffel 111.
 Tsuga 155.
 Tuber (Knolle) 17.
 Tuber (Trüffel) 111.
 Tuberaceae 111.
 Tubiflorae 209. 261.
 Tubuliflorae 274.
 Tüpfel 27. 37.
 Türkenbund 198.
 Tulipa 198.
 Tulpe 198.
 Tulpenbaum 226.
 Turiones Pini 155.
 Tussilago 274.
 Typha 191.
 Typhaceae 191.

 Ueberwallung 61.
 Ulmaceae 211.
 Ulme 211.
 Ulmus 211.
 —, Knospe 14.
 Ulothrix 98.
 Ulva 98.
 Ulvaceae 98.
 Umbella 181.
 Umbelliferae 242.
 —, Frucht 176.
 —, Placenta 166.
 Umbelliflorae 208. 242.
 Umbellula 181.
 Umbilicaria 115.
 Umgewendete Samenknospen 147.
 Ungeschlechtliche Fortpflanzung 88.
 Unregelmässige Blüthen 170. 171.
 Untergattung 92.
 Unterständige Fruchtknoten 164.
 Uredineae 105. 116.
 Uredo 117.
 Urgewebe 40. 59. 76.
 Urmeristem 40. 59. 76.
 Uromyces 118.
 Urocystis 116.
 Urtica 210.
 Urticeae 210.
 —, Cystolithen 32.
 Urticinae 207. 209.
 Usnea 114.
 Ustilagineae 105. 116.
 Ustilago 116.
 Utricularia 266.

 Vaccinieae 259.
 Vaccinium 259.
 —, Staubfaden 160.

 Vacuolen 24. 28.
 Vagina 8.
 Valeriana 272.
 Valerianeae 271.
 Valerianella 272.
 Valleculae 243.
 Vallisneria 188.
 Vallisnerieae 188.
 Vanda 204.
 Vanilla 204.
 Varietäten 92.
 Vaucheria 34. 101.
 Vegetationspunct 59. 76.
 Vegetative Vermehrung 88.
 Veilchen 233.
 Veilchenwurzel 199.
 Velum 121.
 Veratrum 198.
 Verbascum 264.
 Verbena 267.
 Verbenaceae 267.
 Verdoppelung 168.
 Verdunstung 72.
 Veredlung 61.
 Vergissmeinnicht 264.
 Verholzung der Zellhaut 28.
 Verjüngung der Zelle 34.
 Verkorkung der Zellhaut 28.
 Vermehrung 88.
 Vernatio 12.
 Veronica 265.
 Verrucarieen 116.
 Verschleimung der Zellhaut 28.
 Verwundung 60.
 Verzweigte Staubfäden 160.
 Verzweigung 18.
 Verzweigungssysteme 17. 18.
 Vexillum 253.
 Vibrio 105.
 Viburnum 270.
 — Lantana, nackte Knospen 14.
 Vicia 254.
 —, Keimung 205.
 Victoria 226.
 Vieltheilung der Zelle 34.
 Viermächtige Staubfäden 161.
 Viertheilung der Zelle 34.
 Vinca 261.
 Vincetoxicum 261.
 Viola 233.
 Violarieae 233.
 Viscum 218.
 —, Verzweigung 19.
 Vitis 242.
 —, Ranken 17.

 Vogelbeerbaum 252.
 Volvocineen 95. 99.
 Volvox 99.
 Vorblätter 157. 170.
 Vorspelze 192.

 Wachholder 156.
 Wachs 55.
 Wachsblume 261.
 Wachsthum 75.
 Wärme 78. 84.
 Wärmebildung 71.
 Wahlvermögen 69.
 Waid 231.
 Waldmeister 270.
 Waldrebe 224.
 Wallnuss 179.
 Wandspaltig 178.
 Wasserfenchel 244.
 Wassergehalt 62.
 Wasserlinse 187.
 Wassernuss 248.
 Wasserpest 188.
 Wasserschieferling 244.
 Wasserstoff 63. 67.
 Wasserströmung im Holz 73.
 Wau 232.
 Weberdistel 272.
 Wegerich 267.
 Weibliche Blüthen 149.
 Weibliche Zellen 88.
 Weichbast 42.
 Weichsel 251.
 Weide 216.
 —, Blatt 9.
 —, Knospe 14.
 Weiderich 249.
 Weihnachtsblume 225.
 Weinstock 242.
 —, Ranken 17.
 Weissbuche 214.
 Weissdorn 252.
 Weisse Rübe 231.
 Weisstanne 155.
 Weizen 194.
 —, Stärke 32.
 Wellingtonia 155.
 Welwitschia 157.
 Wermuth 274.
 Wetterblume 274.
 Weymouthskiefer 155.
 Wickel 19. 182.
 Wiesendistel 274.
 Wilder Wein 242.
 —, herbstliche Färbung der Blätter 31.
 Winde 261.
 Windende Stämme 16. 80.
 Wintersporen 117.
 Wirsing 231.
 Wistaria 254.

- Wolfsmilch 220.
 Wollgras 195.
 Wucherblume 274.
 Würzelchen 149.
 Wundkork 60.
 Wurmfarne 138.
 Wurmsame 275.
 Wurzel 1. 20.
 —, Fibrovasalstränge 45.
 Wurzelndruck 73.
 Wurzelfarne 134. 140.
 Wurzelhaare 56. 69.
 Wurzelhaube 20. 59.
 Wurzelstock 17.

Xanthoxyleae 238.
Xanthoxylum 238.
Xylaria 112.
Xylem 41.
Xyrideae 196.

Yamswurzel 200.
Yucca 184. 198.
 —, Dickenwachsthum 50.

Zamia 153.
Zapfen 153.
Zaunrübe 269.
Zea 184. 193.
Zelle 23. 25.
Zellenpflanzen 92.
Zellfläche 36.
Zellhaut 23. 26.
Zellkern 24. 29.
Zellkörper 36.
Zellreihe 36.
Zellsaft 24. 33.
Zellwand 23. 26.
Zerstreute Stellung 3.
Ziegenbart 120.
Zimmet 228.
Zingiber 201.
Zingiberaceae 201.
Zink 63. 69.
Zirbelkiefer 155.
Zittergras 194.
Zittwer 201.
Zizyphus 219.
Zoosporeae 95. 97.
Zostera 187.
Zucker 62. 65.

Zuckerrohr 33. 193.
Zuckerrübe 212.
Zünfte 92.
Zürgelbaum 212.
Zuwachs des Holzes 81.
Zweibrüderig 161.
Zweig 15.
Zweiggeschlechtig 149.
Zweihäusig 149.
Zweijährig 149.
Zweimächtige Staubfäden 161.
Zwergmännchen 99. 100.
Zwetschge 251.
Zwiebel 17. 198.
Zwischenzellräume 38. 52. 54.
Zwitterblüthen 149.
Zygnema 97.
Zygnemaceae 96.
Zygomorph 170.
Zygomyceten 105. 106.
Zygophylleae 237.
Zygospore 36. 89. 95. 104.

10/xi



Prantl, Karl

Lehrbuch der Botanik für mittlere und höhere Lehranstalten

Leipzig 1879

Phyt. 533 sc

urn:nbn:de:bvb:12-bsb11392934-1